

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-206236

(43)Date of publication of application : 31.07.2001

(51)Int.Cl.

B62D 6/00  
B62D 5/04  
// B62D107:00  
B62D119:00

(21)Application number : 2000-015181

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 25.01.2000

(72)Inventor : FUKUMOTO TETSUYA

SAWANO TAKASHI

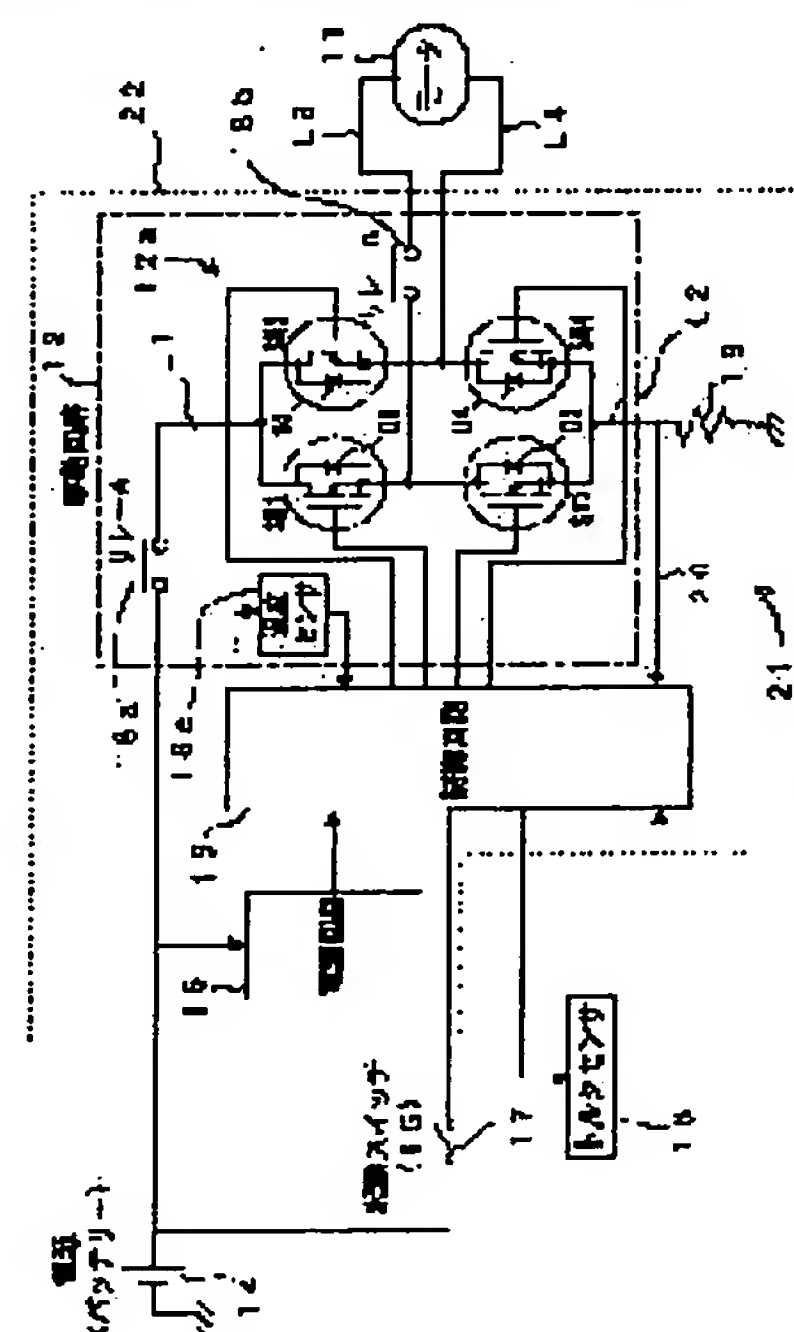
HIGASHIHARA YOSHIAKI

## (54) CURRENT-CARRYING CONTROL DEVICE AND ELECTRIC POWER STEERING SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To positively and securely avoid the overheat of a relay with the compact structure in an electric power steering system for controlling the switching condition of an assist motor and current-carrying lines of a driving circuit with a relay such as an electromagnetic relay.

**SOLUTION:** Temperature of electromagnetic relays 18a, 18b is estimated one by one on the basis of a detected temperature by a temperature sensor 18c with the control by a control circuit 13. In the case where this estimated temperature value exceeds the set value, current modifying control is performed so as to reduce the upper limit of the target current value of a motor 11 step by step.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.03.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3584832

[Date of registration] 13.08.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2004-07451

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 14.04.2004

**BEST AVAILABLE COPY**

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the energization control unit which has the relay formed in energization Rhine of a load, switches actuation of this relay, and controls said energization Rhine to switch-on or a cut off state The temperature sensor which detects the temperature of the predetermined part which can serve as temperature which computes [ detection or ] the temperature of said relay, The energization control unit characterized by establishing the current control means which performs current correction control which revises downward the current which flows to said relay based on the detection temperature by said temperature sensor if needed that the temperature of said relay should be held below to allowable temperature.

[Claim 2] The assistant motor which is connected with the steering system of a car and generates steering auxiliary torque, The bridge circuit for consisting of two or more switching elements, and driving said assistant motor, When the abnormal condition which has the relay formed in energization Rhine of said assistant motor, and should intercept said energization Rhine occurs In the usual operational status which said relay is operated in the open condition, intercepts said energization Rhine, and said abnormal condition has not generated By making said relay into a closed state, said energization Rhine so that said switching element may be operated according to the steering torque of maintenance \*\*\*\* and said steering system to switch-on and said steering auxiliary torque may become a value according to said steering torque In the electric power-steering equipment which controls the current of said assistant motor to a predetermined target current value The temperature sensor which detects the temperature of the predetermined part which can serve as temperature which computes [ detection or ] the temperature of said relay, Electric power-steering equipment characterized by establishing the current control means which performs current correction control which revises said target current value downward if needed based on the detection temperature by said temperature sensor that the temperature of said relay should be held below to allowable temperature.

[Claim 3] Electric power-steering equipment according to claim 2 characterized by said temperature sensor being what measures the temperature of the particular part of said relay as temperature of said predetermined part.

[Claim 4] Electric power-steering equipment according to claim 2 characterized by being that to which said temperature sensor measures the temperature of the substrate with which said relay was mounted as temperature of said predetermined part.

[Claim 5] Electric power-steering equipment according to claim 4 with which said substrate is characterized by being a metal substrate.

[Claim 6] Electric power-steering equipment according to claim 4 or 5 characterized by carrying out the surface mount of said relay to said substrate.

[Claim 7] Electric power-steering equipment given in claim 2 thru/or any of 6 when the detection temperature according [ said current control means ] to said temperature sensor exceeds a default, they are. [ which is characterized by performing said current correction control ]

[Claim 8] Electric power-steering equipment given in claim 2 thru/or any of 6 when said current control means computes a part for the temperature rise by the Joule's heat in the relay concerned from the current which flows said relay, the temperature estimate of said relay is calculated by adding the detection temperature by said temperature sensor to a part for this temperature rise further and this temperature estimate exceeds a default, they are. [ which is characterized by performing said current correction control ]

[Claim 9] Said current correction control is electric power-steering equipment according to claim 7 or 8 characterized by being what raises extent which revises said target current value downward gradually or continuously according to the increment in said detection temperature or temperature estimate.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Field of the Invention]** This invention relates overheating of said relay to the equipment which can be prevented practical with respect to the energization control unit which controls the switching condition (are they switch-on or a cut off state?) of energization Rhine, or the electric power-steering equipment containing such an energization control unit with a relay of an electromagnetic relay, a semi-conductor relay, etc.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** The electric power-steering equipment currently used for small cars, such as a light car, detects the steering torque generated in a steering shaft by handle actuation by the torque sensor, passes a current on the assistant motor (only henceforth [ with a case ] a motor) attached in the steering shaft etc. according to it from the dc-battery of a car, and makes it generate steering auxiliary torque generally. It has the composition of driving a motor by the PWM (Pulse Density Modulation) method through the drive circuit which consists of this H bridge circuit, by control of the control section which contains a microcomputer in current control of a motor for that using H bridge circuit which usually consists of four FET (field-effect transistor).

**[0003]** Moreover, in energization Rhine (depending on the case, they are the above-mentioned drive circuit, energization Rhine between power sources, and the above-mentioned drive circuit and energization Rhine between motors) of the above-mentioned drive circuit, like common motor control equipment etc., a relay of an electromagnetic relay etc. is formed and the switching condition of above-mentioned energization Rhine can control now by the above-mentioned control section. That is, in the case of electric power-steering equipment, in the non-operating status of equipment, the above-mentioned relay was maintained in the open condition, and said energization Rhine was made into the cut off state, for example, generating of the high current (overcurrent) by the dc-battery adversative conjunction (connect the dc-battery of a car with an opposite polarity) etc. is avoided. Moreover, when the closed-circuit failure of Above FET etc. breaks out at the time of operation of equipment, it has composition which switches the above-mentioned relay to an open condition too, and intercepts said energization Rhine for evasion of generating of the high current resulting from this failure, malfunction of a motor, or a regeneration lock. In addition, a regeneration lock here will be in the condition that the both-ends child of the coil of a motor was connected, by the closed-circuit failure of Above FET etc., the so-called regenerative-braking force generates it on a motor, and the phenomenon which the handle connected with the motor becomes rotation actuation difficulty, or becomes rotation actuation impossible is said. And if it is going to solve the problem of such a regeneration lock with a relay, it is necessary to form a relay of an electromagnetic relay etc. also in the above-mentioned drive circuit (correctly the above-mentioned H bridge circuit) and energization Rhine between motors.

**[0004]** By the way, although it might succeed in the cure which controls the energization current (namely, energization current to a motor) to FET, and protects FET from heating with such electric power-steering equipment so that the temperature of Above FET might not exceed predetermined temperature conventionally, it did not succeed in the cure which protects positively the relay which constitutes the above-mentioned relay from heating. This such electric power-steering equipment Since it is difficult to generate big steering auxiliary torque compared with a hydraulic thing, the current which is used only for small cars, such as a light car, as mentioned above in the former, but flows on a motor also in the state of full operation of the equipments at the time of cut actuation of a handle etc. -- a maximum of 40, since it is about A and a low The calorific value of the exoergic components (for example, the above FET) arranged on the above-mentioned relay etc. and the outskirts of it is because overheating of the above-mentioned relay prevented practically satisfactory with a cure, such as forming the radiator of adaptation, so greatly.



[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, or the above-mentioned electric power-steering equipment is easy electronics control, a hydraulic pump and an oil pipe are unnecessary, there are various advantages, like structure becomes simple, application is considered by the subcompact by recent years, and possibility of being applied also to a still more large-sized car in the future is high [ the equipment ]. if carried [ come ] in a such comparatively large-sized car, in order [ and ] to drive a motor and to generate necessary steering auxiliary torque in the state of full operation of the equipments at the time of cut actuation of a handle etc. -- the current of a motor -- a maximum of 60-80 [ for example, ] -- it is needed about A. If it becomes like this, the calorific value (it is proportional to the square of a current) from the relay itself and the exoergic components of the circumference of it will increase sharply, and it will already become impossible only by work of a radiator to protect a relay from overheating.

[0006] In addition, it is impossible to design so that said relay may not be in overheating under the condition of an increment in a current which was mentioned above by having formed the radiator corresponding to the maximum calorific value in the control unit (control unit) of the equipment with which said drive circuit, a microcomputer, said relay, etc. are contained, or having balanced maximum current in the capacity of said relay [ itself ] practical, although it is theoretically possible. in this case, it is because the above-mentioned control unit stops settling in the narrow tooth space which arrangement of this kind of unit was allowed in the car in order for a radiator to become extremely large, and to also boil a relay markedly and to enlarge it. Moreover, since it deteriorates or (life fall) damages by fire or there is a possibility that fault, like the solder to which the relay coil connects the terminal melts may occur when a relay will be in overheating, for example, such overheating must be avoided as positively as possible and certainly from a viewpoint which secures the high dependability of the steering system of a car. Then, this invention is the energization control unit which controls the switching condition of energization Rhine by relay of an electromagnetic relay, a semi-conductor relay, etc., or electric power-steering equipment containing such an energization control unit, and aims at offering the equipment which can avoid overheating of said relay positively and certainly with a small configuration.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In the energization control unit which the energization control unit by this invention has the relay formed in energization Rhine of a load, switches actuation of this relay, and controls said energization Rhine to switch-on or a cut off state The temperature sensor which detects the temperature of the predetermined part which can serve as temperature which computes [ detection or ] the temperature of said relay, The current control means which performs current correction control which revises downward the current which flows to said relay based on the detection temperature by said temperature sensor if needed that the temperature of said relay should be held below to allowable temperature is established. Here, various kinds of electrical loads, such as a motor, and a solenoid or a lamp, are contained in a "load." Moreover, when "energization Rhine of a load" means a series of current paths (circuit thing which consists of a conductor, a cable, etc.) between a load and a power source (a positive electrode and negative electrode) and there is a drive circuit of a load, a drive circuit, the current path between power sources, and a drive circuit and the current path between loads are included. Moreover, switching elements, such as the usual electromagnetic relay, and a semi-conductor relay or FET, are contained in "a relay." Moreover, when judging whether the function and the dependability of a relay deteriorate by overheating, or it is lost, "temperature of a relay" may be the temperature of the part which serves as an index (namely, when judging whether it is below allowable temperature), may be mean temperature of the whole relay, and it may be the temperature (for example, temperature of the contact of an electromagnetic relay, a terminal, or a coil) of the specific part which poses a problem thermally [ a relay ] depending on the case. moreover, in "the predetermined part which can serve as temperature which computes [ detection or ] the temperature of said relay" The part which any part of said relay [ itself ] is included, is in the temperature of said relay, abbreviation, etc. by carrying out, and serves as temperature (For example, the circuit where the terminal of a relay was connected near part of said terminal in a conductor or its substrate) The parts (for example, part comparatively near a relay in the heat sink for radiating heat in the heat of a relay etc.) which carry out a temperature change are also included, maintaining the temperature and the correlation of said relay. Moreover, a part which becomes equal to the ambient temperature of equipment as an extreme mode is also included. Moreover, it cannot be overemphasized that this "predetermined part" is good by the part which can detect or compute the temperature of a relay including a fixed allowable error. Incidentally, if it is a relay of the electromagnetic relay usually used for electric power-steering equipment, since the allowable temperature of a terminal (solder connection part), a coil, etc. is the level of 120 degrees C - 200 degrees C,

an at least 1 degree C - about 10 degrees C error is allowed practical in many cases. "Current correction control" Moreover, for example, the control which decreases a current rather than usual based on the detection temperature of said temperature sensor May be (for example, control only the rate according to detection temperature surely decreases [ control ] a current value), and You may be the current-limiting control (for example, the control only the rate according to detection temperature decreases [ control ] the upper limit of a current, the thing to which a current does not necessarily decrease each time) which restricts a current rather than usual based on the detection temperature of said temperature sensor.

[0008] According to this invention, since the temperature of a predetermined part which the temperature sensor mentioned above is detected, the temperature of a relay can be judged and supervised based on the detection temperature of this temperature sensor. And based on this monitor result, current correction control which revises downward the current which flows to a relay if needed is performed, and the temperature of a relay is held below at allowable temperature. For this reason, that a relay is deteriorated or damaged by overheating can avoid positively and certainly. High-reliability is securable, being able to protect a relay from overheating certainly and avoiding enlargement of equipment, since the current which is the source of generation of heat will be restricted, if it furthermore says without forming a large-sized radiator or enlarging the capacity (size) of a relay.

[0009] Moreover, the electric power-steering equipment by this invention The assistant motor which is connected with the steering system of a car and generates steering auxiliary torque, The bridge circuit for consisting of two or more switching elements, and driving said assistant motor, When the abnormal condition which has the relay formed in energization Rhine of said assistant motor, and should intercept said energization Rhine occurs In the usual operational status which said relay is operated in the open condition, intercepts said energization Rhine, and said abnormal condition has not generated By making said relay into a closed state, said energization Rhine so that said switching element may be operated according to the steering torque of maintenance \*\*\*\* and said steering system to switch-on and said steering auxiliary torque may become a value according to said steering torque In the electric power-steering equipment which controls the current of said assistant motor to a predetermined target current value The temperature sensor which detects the temperature of the predetermined part which can serve as temperature which computes [ detection or ] the temperature of said relay, The current control means which performs current correction control which revises said target current value downward if needed based on the detection temperature by said temperature sensor that the temperature of said relay should be held below to allowable temperature is established. Here, said bridge circuit, energization Rhine between power sources (current path) and said bridge circuit, and energization Rhine between assistant motors are included in "energization Rhine of an assistant motor."

[0010] According to this invention, since the temperature of a predetermined part which the temperature sensor mentioned above is detected, the temperature of a relay can be judged and supervised based on the detection temperature of this temperature sensor. And based on this monitor result, current correction control which revises the target current value of an assistant motor downward if needed is performed, and, thereby, the temperature of a relay is held below at allowable temperature. For this reason, that thing [ that a relay is deteriorated or damaged by steering auxiliary torque by overheating although part reduction is carried out and handle actuation becomes that much heavy ] can avoid positively and certainly. High-reliability is securable, being able to protect a relay from overheating certainly and avoiding enlargement of the control unit of electric power-steering equipment, since the current which is the source of generation of heat will be restricted, if it furthermore says without forming a large-sized radiator or enlarging the capacity (size) of a relay. Consequently, the reliable electric power-steering equipment by which the relay was certainly protected from overheating can be realized also to comparatively large-sized cars, such as a subcompact which has the need of passing a high current in the drive of an assistant motor, and the practically excellent effectiveness according to the needs of a commercial scene that it can constitute in the magnitude which was moreover suitable for the control unit of equipment carrying in a car is acquired.

[0011] Moreover, as for the more desirable configuration of this invention, said temperature sensor measures the temperature of the particular part of said relay as temperature of said predetermined part. The temperature of the particular part of said relay can be measured directly as it is this configuration, and the temperature which serves as an index when preventing overheating of said relay can supervise now more correctly and easily. Moreover, as for the more desirable configuration of this invention, said temperature sensor measures [ said relay ] the temperature of the mounted substrate as temperature of said predetermined part. Since what is necessary is to mount a temperature sensor on the above-mentioned substrate as it is this configuration, and just to prepare, installation of a temperature sensor becomes easy.



[0012] Moreover, said substrate (substrate with which the relay was mounted) of the more desirable configuration of this invention is a metal substrate. The heat generated with a relay as it is this configuration comes to radiate heat efficiently outside via a substrate. By this, there are few the activation frequency and extent of current correction control which overheating of a relay stopped being able to generate easily and mentioned above, it comes to end, and the effectiveness that the evil (evil to which handle actuation becomes heavy temporarily only in the part which revises a desired value current value downward) of current correction control is eased is acquired. Moreover, since the temperature of the substrate which a temperature sensor measures in this case will become more desirable when judging the temperature of a relay (the relation between the temperature of a relay and the temperature of a substrate becomes surer), it becomes possible to judge and supervise the temperature of a relay with a more sufficient precision, and the operation effectiveness of the current correction control mentioned above can be demonstrated more effectively and efficiently. If the surface mount of the relay is carried out to said substrate, in order for the heat which the heat generated with a relay generated with propagation and a relay efficiently in the substrate to radiate heat efficiently by the exterior via a substrate especially, the above-mentioned operation effectiveness becomes more remarkable.

[0013] Moreover, the more desirable configuration of this invention performs said current correction control, when the detection temperature according [ said current control means ] to said temperature sensor exceeds a default. There is an advantage by which judgment processing of whether to perform said current correction control as it is this configuration is simplified. Moreover, the more desirable configuration of this invention performs said current correction control, when said current control means computed a part for the temperature rise by the Joule's heat in the relay concerned from the current which flows said relay, it is adding the detection temperature by said temperature sensor to a part for this temperature rise further, the temperature estimate of said relay is calculated and this temperature estimate exceeds a default. The temperature which said temperature sensor detects as it is this configuration becomes that what is necessary is just base temperature when presuming the temperature of said relay. Even if said temperature sensor does not measure the temperature of the part correlated with the temperature of the relay [ itself ], or it (Even if it is what measures the temperature of the part which is distant from the relay in the substrate with which the relay was mounted to some extent, for example), temperature estimate of a relay can be computed sufficiently correctly (with error permitted), and the operation effectiveness of said current correction control can be demonstrated on sufficiently practical level. Therefore, the degree of freedom of arrangement of a temperature sensor increases, and there is a merit from which it also becomes possible to use a temperature sensor also [ applications / (for example temperature monitor of the switching element which constitutes a bridge circuit) / other ] easily.

[0014] Moreover, the more desirable configuration of this invention raises gradually or continuously extent to which said current correction control revises said target current value downward according to the increment in said detection temperature or temperature estimate. At the time of comparatively low level on which extent of the elevated-temperature condition of a relay does not have urgency so much, for example as it is such a configuration, the degree which restricts a current is lessened and flexible control of securing as big steering auxiliary torque as possible is attained. In raising modification level continuously especially, the fine current correction according to extent of the elevated-temperature condition of a relay is attained, overheating of a relay is certainly avoided by current correction of necessary minimum as possible, and, on the other hand, it becomes possible more precisely to generate all possible steering auxiliary torque.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on a drawing. First, drawing 1 explains the example of 1 gestalt of the hard configuration of electric power-steering equipment. The assistant motor 11 (only henceforth [ with a case ] a motor 11) which this equipment is connected with the steering system of a car, and generates steering auxiliary torque, The control circuit 13 which controls this motor 11 through the drive circuit 12 (H bridge circuit 12a is included), It has the power circuit 15 which supplies predetermined power to this control circuit 13 based on the output of the power source (dc-battery) 14 of a car, and the torque sensor 16 which detects the steering torque of said steering system. Here, a control circuit 13 is equivalent to the current control means of this invention.

[0016] Moreover, in drawing 1, it is the ignition switch of a car which is shown with a sign 17, and it functions as a start switch of a control circuit 13 in this equipment. Moreover, it is the electromagnetic relay (correctly contact of an electromagnetic relay) equivalent to a relay of this invention which is shown with Signs 18a and 18b, and it has the composition that drive control of the coil of these electromagnetic relays is

carried out by the control circuit 13 through the circuit which carried out the illustration abbreviation. Moreover, what is shown by sign 18c is prepared on the drive circuit board 41 of the after-mentioned in which the drive circuit 12 was formed, it is a temperature sensor (for example, thermistor) for measuring the temperature (the accuracy in this case the circuit on a substrate 41 temperature of a conductor 42) of this substrate 41, and that detection output is inputted into the control circuit 13. Moreover, what is shown with a sign 19 is the resistance (shunt resistance) connected to the gland side (namely, energization Rhine L2 between bridge circuit 12a and the negative electrode of a power source 14) of bridge circuit 12a, and the electrical potential difference equivalent to a part for the voltage drop of this resistance 19 is inputted into the control circuit 13 by the input line 20. In addition, since the electrical-potential-difference value inputted from this input line 20 is naturally proportional to the current value (only henceforth [ with a case ] a motor current value) of a motor 11, a motor current value can be detected from this electrical-potential-difference value, and resistance 19 and an input line 20 constitute the current detection means 21 of a motor current from a control circuit 13 substantially. In addition, the drive circuit 12, the control circuit 13, the power circuit 15, etc. constitute the control unit 22 of power-steering equipment.

[0017] every which is the switching element from which the drive circuit 12 constitutes this H bridge circuit 12a here including H bridge circuit 12a which comes to connect four field-effect transistors SW1-SW4 (henceforth FETSW1-SW4) with H bridge form to a motor 11 in this case -- FETSW1-SW4 operate with the PWM driving signal outputted from a control circuit 13. in addition, every -- FETSW1-SW4 are N channel enhancement type MOSFETs in this case, and those structure top diodes D1-D4 (parasitism diode) are made between the drain sources. Moreover, electromagnetic-relay 18a (relay A) will be prepared in energization Rhine L1 between bridge circuit 12a and the positive electrode of a power source 14, will be in a closed state in the state of a drive (coil excitation condition), makes this energization Rhine L1 switch-on, will be in an open condition in the state of un-driving (coil condition of not exciting), and will make this energization Rhine L1 a cut off state. Moreover, electromagnetic-relay 18b (relay B) will be prepared in one energization Rhine L3 between bridge circuit 12a and a motor 11, will be in a closed state in the state of a drive, makes this energization Rhine L3 switch-on, will be in an open condition in the state of un-driving, and will make this energization Rhine L3 a cut off state.

[0018] Moreover, a control circuit 13 consists of circuits containing a microcomputer. In order to generate the steering auxiliary torque according to the value of the steering torque detected from the detecting signal of a torque sensor 16 Others [ control function / in the normal state (normal operational status which is the last abnormal condition which would be mentioned later) which generates the PWM driving signal of the duty ratio which realizes the motor current according to said steering torque, and controls H bridge circuit 12a ], Based on the detection value of temperature sensor 18c or the current detection means 21, various abnormal conditions (it mentions later) are judged. A motor current is revised downward rather than a normal state (control or limit), or the fail-safe function to avoid an overcurrent and a regeneration lock by making electromagnetic-relay 18a or 18b (relays A and B) into an open condition is also realized (the detail after-mentioned is carried out). Moreover, a power circuit 15 transforms the electrical potential difference (usually 12 V-14V) of a dc-battery 14 into a predetermined electrical potential difference (for example, 5V), and supplies it to a control circuit 13. In addition, electromagnetic-relay 18a may be prepared in energization Rhine L2 between bridge circuit 12a and the negative electrode (namely, gland) of a power source 14, and electromagnetic-relay 18b may be prepared in energization Rhine L4 of another side between bridge circuit 12a and a motor 11. Moreover, a relay like electromagnetic-relay 18a is usually surely formed. However, a relay like electromagnetic-relay 18b is not necessarily required, and when the regeneration lock mentioned above does not pose a problem, in [ for example, when / even if the coil both ends of a motor 11 will be in a connection condition, when the rotation actuation of the handle can be carried out somehow, or when a clutch is prepared between a motor 11 and a steering system and connection of a motor 11 and a steering system can cancel suitably / etc. ], it is unnecessary. In addition, a unit 22 is equipped with the electrolytic capacitor which backs up a power source when the current (only henceforth [ with a case ] a motor current) of a motor 11 other than the element mentioned above increases, the ceramic condenser for the cure against an electric wave which controls noise emission although the illustration abbreviation is carried out.

[0019] Next, drawing 2 explains the structure and its circumference configuration of electromagnetic relays 18a and 18b. In addition, drawing 2 (a) is the perspective view showing the appearance of each relay, drawing 2 (b) is the sectional side elevation showing the internal structure of each relay, and drawing 2 (c) is side elevations, such as the drive circuit board in which each relay was carried. The base substrate 31 made of synthetic resin with which each relay carries out support immobilization of each part article directly or indirectly as shown in drawing 2 (a) and (b), The electromagnet 32 which consists of a coil or an iron core,



and the traveling contact spring 33 flexibly displaced with the suction force of this electromagnet 32, The traveling contact 34 prepared at the tip of this traveling contact spring 33, and the stationary contact 35 by which opposite arrangement was carried out at this traveling contact 34, The common terminal 36 which connected with the stationary contact 35 and the end connection exposed to the inferior-surface-of-tongue left end of the base substrate 31, The a-contact terminal 37 which connected with the traveling contact 34 through the traveling contact spring 33, and the end connection exposed to the inferior-surface-of-tongue right end of the base substrate 31, the end-winding children 38 and 39 whom connected with each end winding of an electromagnet 32, and the end connection exposed to the inferior-surface-of-tongue central both sides of the base substrate 31, and each part article (except for the end connection of each terminal) -- a wrap -- it has the cube type case 40 made of synthetic resin attached in the top-face side of the base substrate 31 like. And it is the electromagnetic relay to which a traveling contact 34 displaces to a stationary contact 35 according to the suction force of an electromagnet 32, and the stability of the traveling contact spring 33, and the contact condition between a traveling contact 34 and a stationary contact 35 is switched. That is, in the state of the drive on which the power source was supplied between the end-winding child 38 and 39 by control of a control circuit 13, and the electromagnet 32 functioned, it will displace in the direction which a traveling contact 34 joins to a stationary contact 35 with the suction force of an electromagnet 32, and the common terminal 36 and the a-contact terminal 37 will be in switch-on. Moreover, in the state of un-driving [ to which the power source is not supplied between the end-winding child 38 and 39 ], it will displace in the direction in which a traveling contact 34 separates from a stationary contact 35 by the stability of the traveling contact spring 33, and the common terminal 36 and the a-contact terminal 37 will be in non-switch-on. In addition, in this example of a gestalt, although each electromagnetic relays 18a and 18b are explained as a thing of this structure, to say nothing of being different structure, the capacity (size) of these relays may differ.

[0020] Moreover, in this case, each relay is mounted on the drive circuit board 41, as shown in drawing 2 (c). The drive circuit board 41 is a metal substrate, and the drive circuit 12 is formed here. namely, the front face (component-side side) of an aluminum plate whose drive circuit board 41 is a base material -- an insulating layer (illustration abbreviation) -- forming -- further -- a it top -- a circuit -- the circuit pattern 42 as a conductor is formed with a printed wiring technique, and components, such as FETSW1-SW4 which constitute the drive circuit 12 to the predetermined part of this circuit pattern 42, and electromagnetic relays 18a and 18b, are mounted. In addition, in this case, FETSW1-SW4, and electromagnetic relays 18a and 18b are arranged together with the direction which intersects perpendicularly with the space of drawing 2 (c), and the chip of temperature sensor 18c is mounted in the location between these [ FETSW1-SW4 ] or electromagnetic relays 18a and 18b. Moreover, in drawing 2 (c), the top-face side serves as a component side of this metal substrate (drive circuit board 41). Moreover, at least, each terminals 36-39 are made into the configuration for surface mounts (sideways configuration which becomes parallel to a component side), and the surface mount of the electromagnetic relays 18a and 18b is carried out to the predetermined part of the circuit pattern 42 on the drive circuit board 41. For example, after applying cream solder to the top face of the predetermined part of a circuit pattern 42 beforehand, the external surface (inferior surface of tongue) of each terminals 36-39 is joined to the top face of the predetermined part, and infrared radiation is irradiated at the joint, and claim solder is melted temporarily and it is soldered. Moreover, temperature sensor 18c is measuring the temperature of the drive circuit board 41 (correctly that circuit pattern 42) in this case. And in this example of a gestalt, the heat sink 43 manufactured by the dies casting of aluminum is arranged in the rear-face side (inferior-surface-of-tongue side) of the drive circuit board 41 in the state of junction. Moreover, this heat sink 43 is arranged so that it may expose to the external surface (inferior surface of tongue) of a control unit 22.

[0021] Heat transfer of the heat generated in electromagnetic relays 18a and 18b, or FETSW1-SW4 as it is such a configuration is efficiently carried out to the drawing Nakashita sense via the drive circuit board 41, and, finally it radiates heat efficiently (open air) out of a unit from a heat sink 43. In electromagnetic relays 18a and 18b, the Joule's heat mainly generated at each contacts 34 and 35 is first transmitted from the structure to metal each part material (the common terminal 36, the traveling contact spring 33, a-contact terminal 37) efficiently in more detail. Subsequently, the heat which got across to the common terminal 36 or the a-contact terminal 37 gets across to the circuit pattern 42 of the drive circuit board 41 efficiently according to surface mount structure. And from the drive circuit board 41 being metal, heat transfer of the heat which got across to this circuit pattern 42 is efficiently carried out to a heat sink 43 side, and it radiates heat. Moreover, for this reason, the temperature change of the temperature (temperature of the circuit pattern 42 of the drive circuit board 41) which temperature sensor 18c is measuring is carried out good as

electromagnetic relays 18a and 18b or base temperature of FETSW1-SW4. That is, the part (circuit pattern 42 of the drive circuit board 41) in which temperature sensor 18c is carrying out thermometry serves as a predetermined part of this invention which can serve as good base temperature at the time of presuming the temperature of electromagnetic relays 18a and 18b (relay). Moreover, the detection temperature of temperature sensor 18c can also turn into good base temperature at the time of presuming the temperature of FETSW1-SW4 in this case. That is, temperature sensor 18c in this case is usable also as a sensor for detecting the temperature of FETSW1-SW4, while being a sensor for detecting the temperature of electromagnetic relays 18a and 18b, it compares with the configuration which forms a separate temperature sensor in each, and reduction of components mark is realized.

[0022] In addition, in drawing 2 (c), although the illustration abbreviation is carried out about the whole control unit 22 structure, if an outline is explained, it has the following structures. Namely, the base substrate with which the control unit 22 carried the above-mentioned electrolytic capacitor and the shunt resistance 19 grade, and the high current circuit (a part of above-mentioned energization Rhine L1-L4) was formed (illustration abbreviation), The drive circuit board 41 which is attached in the inferior-surface-of-tongue side of this base substrate by adhesion etc. and which was mentioned above, The frame-like resin case where constitute the outer wall of a unit side face and the connector for external wiring (illustration abbreviation) is prepared (illustration abbreviation), The insulating substrate which low-battery circuits, such as a control circuit 13, are formed, and is attached in the top face of a base substrate (illustration abbreviation), It consists of a heat sink 43 attached in the inferior-surface-of-tongue side (inferior-surface-of-tongue side of a unit) of a resin case in the condition of having joined to the inferior surface of tongue of the drive circuit board 41 as mentioned above, and a covering member (illustration abbreviation) attached in the top face of a resin case so that the top-face side of a unit may be covered. Moreover, the assembly procedure of the outline is as follows. That is, the drive circuit board 41 by which the drive circuit 12 was first formed in the base substrate is attached, for example, it connects by wirebonding, and, subsequently this middle assembly is attached for a heat sink 43 to the resin case attached beforehand. Then, after attaching to a base substrate so that the insulating substrate in which the control circuit 13 grade was formed may be put on the upper part location of the drive circuit board 41, a covering member is attached in a top-face side, and it is completed.

[0023] Next, the example of 1 gestalt of the contents of control of a control circuit 13 (the example of the 1st gestalt) is explained. A control circuit 13 will be started if the ignition switch 17 which is a start switch is turned on, and a series of actuation including the following processings is repeatedly performed a fixed period, for example until an ignition switch 17 is turned off and the usual operating status of a control circuit 13 stops. First, processing which calculates the target current value of the motor current according to the value of the steering torque detected from the detecting signal of a torque sensor 16 is performed. Although this operation computes the motor current value for generating the steering auxiliary torque of the target (for example, it was proportional) according to steering torque as a target current value, it also takes into consideration parameters other than steering torque, and you may make it calculate a target current value (namely, target steering auxiliary torque). For example, there may also be the configuration with the same steering torque which changes a target current value and changes steering auxiliary torque a little but according to the vehicle speed with the vehicle speed. In addition, in recent years, since a means to detect the vehicle speed in every type of a car is usually established, if the signal of this vehicle speed detection means is inputted also into the control circuit 13, a control circuit 13 can detect the vehicle speed and the above-mentioned operation can be performed. Next, after a control circuit 13 performs processing for the current correction control for protecting electromagnetic relays 18a and 18b etc. from overheating (it mentions later), it generates the PWM driving signal of the duty ratio which realizes the target current value acquired by the processing till then, and controls each FET of H bridge circuit 12a. A current almost equal to the predetermined direction of a motor 11 to a target current value flows by this, steering torque and the steering auxiliary torque of this direction occur, for example in the magnitude according to steering torque in the condition (low-temperature condition which does not have fear of overheatings, such as electromagnetic relays 18a and 18b, in this case) that current correction control is not functioning, and steering actuation is fully assisted.

[0024] In addition, although a control circuit 13 naturally controls each electromagnetic relays 18a and 18b to a closed state in such usual operating status, when processing which always supervises generating of the following abnormalities is performed and abnormalities are detected, it has the fail-safe function which intercepts energization Rhine L1 at least by making electromagnetic-relay 18a (relay A) into an open condition. For example, the actual motor current value detected by the current detection means 21 increases



from a target current value extremely, and becomes out of control, when it is presumed that one of FET caused closed-circuit failure, energization Rhine L1 is immediately intercepted by making electromagnetic-relay 18a (relay A) into an open condition, and malfunction, damage, etc. on a motor 11 are avoided. Moreover, in this case, electromagnetic-relay 18b (relay B) is controlled in the open condition at coincidence, energization Rhine L3 is intercepted, and the regeneration lock of a motor 11 is avoided. Moreover, when it is judged that overheating cannot be canceled in the current correction control which the temperature detected by temperature sensor 18c, for example rises extremely, and is mentioned later, electromagnetic-relay 18a (relay A) is made into an open condition, energization Rhine L1 is intercepted immediately and each relay by overheating and damage on FET are certainly prevented by making the current of each energization Rhine L1-L4 into zero.

[0025] And a control circuit 13 performs a series of processings shown in drawing 3 at least as processing for current correction control. In addition, as long as the control circuit 13 has started these processings in this case, for example as a subroutine to a main routine in the program of a control circuit 13 of operation, it performs repeatedly periodically. Initiation of this subroutine first computes the temperature estimate  $T_r$  (strictly in this case estimate of the temperature of each relay contact) of electromagnetic relays 18a and 18b from the detection temperature  $T_s$  detected by temperature sensor 18c at step S1. The calorific value RI 2 of the Joule's heat generated in each relay contact is serially calculated by specifically calculating the square of each energization Rhine L1 detected by the current detection means 21, or the current value  $I$  of L3 (namely, current value which flows to each relay), and carrying out the multiplication of each relay-contact resistance  $R$  (value which calculated by an experiment or count beforehand and was set up) to this count result.

Furthermore, temperature rise value  $\Delta T_r$  by this calorific value is calculated by performing serially the integration operator which makes the physical-properties value of each relay contact a parameter (value which calculated by an experiment or count beforehand and was set up) to the newest data stream of the calorific value RI 2 calculated in this way. And the temperature estimate  $T_r (= T_s + \Delta T_r)$  of each relay at the time is calculated by adding the detection temperature  $T_s$  currently detected as temperature rise value  $\Delta T_r$  of the newest obtained by doing in this way at the time.

[0026] In addition, it cannot be overemphasized that the guess approach of the temperature estimate  $T_r$  is not limited to the above modes, but various kinds of desirable modes can adopt according to an attaching position (thermometry part), relay structure, etc. of temperature sensor 18c. For example, it is good also considering the value acquired by measuring the temperature of the particular part (for example, the common terminal 36 and the a-contact terminal 37) of each relay, and the temperature of the part (for example, each location near the relay in the drive circuit board 41) which carries out a temperature change, maintaining the temperature and the correlation of each relay, and carrying out the multiplication of the predetermined multiplier to the measured value itself and its measured value etc. as temperature estimate. Moreover, since it differs by electromagnetic-relay 18a and electromagnetic-relay 18b and temperature conditions differ by electromagnetic-relay 18a and electromagnetic-relay 18b, the value of the current  $I$  which flows a relay in this case needs to calculate temperature estimate for every relay preferably. And it is good to use the temperature estimate of a relay of a side with an elevated-temperature condition high (close to allowable temperature) for example more, and to advance processing in the following step S2, S4, and the judgment of S6.

[0027] Subsequently, more than 1 [ default K] the temperature estimate  $T_r$  of the relay for which it asked at step S1 was beforehand set up at step S2, \*\*\*\*\* is judged, if it is more than default K1, it will progress to step S4 noting that it is in an elevated-temperature condition with the need for current correction (in this case, current limiting), otherwise, no need for current limiting progresses to step S3 noting that there is. And at step S3, the value of the current-limiting value  $I_{max}$  is set as infinity (infinity). More than 2 [ default K] the temperature estimate  $T_r$  of the relay for which it asked at step S1 was beforehand set up by step S4, \*\*\*\*\* is judged, on the other hand, if it is more than default K2, it will progress to step S6 noting that it is in an elevated-temperature condition with the need for comparatively severe current limiting, otherwise, it progresses to step S5 noting that comparatively loose current limiting is sufficient. And at step S5, the value of the current-limiting value  $I_{max}$  is set as the biggest set point A. Moreover, more than 3 [ default K] the temperature estimate  $T_r$  of the relay for which it asked at step S1 was beforehand set up at step S6, \*\*\*\*\* is judged, if it is more than default K3, it will progress to step S8 noting that it is in the elevated-temperature condition near [ with the need for the severest current limiting ] the allowable temperature, otherwise, it progresses to step S7 noting that current limiting of whenever [ middle ] is sufficient. And at step S7, the value of the current-limiting value  $I_{max}$  is set as the set point B of whenever [ middle ]. On the other hand, at step S7, the value of the current-limiting value  $I_{max}$  is set as the smallest set point C.



[0028] In addition, what is necessary is just to set each defaults K1-K3 as a value [ \*\*\*\* ] in consideration of the allowable temperature of each relay, or the factor of safety (margin) to this. However, in this case, it is necessary to set up so that the relation of  $K3 > K2 > K1$  may be materialized. Specifically, K3 should just set it as the condition which K2 called 80% of the above-mentioned allowable temperature, and K1 called 70% of the above-mentioned allowable temperature 90% of the above-mentioned allowable temperature. Moreover, what is necessary is just to set up each set point A-C chosen as a value of the current-limiting value I<sub>max</sub> so that current limiting [ \*\*\*\* ] corresponding to each defaults K1-K3 may be made. For example, it is condition of making into the set point A 90% of maximum of the target current value determined that it mentioned above, making 50% into the set point B similarly, and making 10% into the set point C.

[0029] Next, in step S9, processing of one sequence is ended noting that it progresses to step S10, otherwise, the need for current limiting does not have it since it is under a current-limiting value so that judge whether it is beyond the value of the current-limiting value I<sub>max</sub>, and it may perform current limiting, if a current command (namely, target current value determined according to steering torque as mentioned above) is beyond the value of the current-limiting value I<sub>max</sub>. And at step S10, the value of a target current value is updated and revised downward to the value of the current-limiting value I<sub>max</sub>. That is, when a target current value is larger than the value of the current-limiting value I<sub>max</sub>, it changes into the value of the current-limiting value I<sub>max</sub>, and it corrects so that it may surely become below the value of the current-limiting value I<sub>max</sub> (that is, a target current value is restricted to below the value of the current-limiting value I<sub>max</sub>). In addition, as mentioned above, when the judgment of step S2 becomes negative, step S3 is performed and the value of the current-limiting value I<sub>max</sub> serves as infinity. For this reason, it does not succeed in current limiting substantially in this case. However, a target current value does not necessarily become large without any restriction in this case. As mentioned above, when determining the initial value of a target current value according to steering torque, it is because fixed limiting value (maximum) naturally exists and cannot usually turn into a value more than this maximum. Therefore, it can also be said that current correction control (current-limiting control) of this example of a gestalt shown in drawing 3 is what revises the maximum of this target current value downward according to the temperature of a relay.

[0030] If according to processing of drawing 2 explained above the temperature of each relay rises near the allowable temperature and becomes more than default K1, as mentioned above, since a target current value will be restricted rather than usual, and will be revised downward if needed and an PWM driving signal will also be corrected according to this, the current value (energization Rhine L in this case current value of L1 3) of each relay is restricted similarly as a result. For this reason, that thing [ that each relay is deteriorated or damaged by steering auxiliary torque by overheating although part reduction is carried out and handle actuation becomes that much heavy ] can avoid positively and certainly. The practically excellent effectiveness that high-reliability is securable is acquired being able to protect each relay from overheating certainly and avoiding enlargement of equipment, since the current which is the source of generation of heat will be restricted, if it furthermore says without enlarging a heat sink 43 and the capacity (size) of each relay. And a limit of a current value is gradually performed according to the temperature of each relay with two or more defaults K1-K3 mentioned above or the value of current-limiting value A-C. For this reason, for example, at the time of comparatively low level which does not have urgency so much, extent of the elevated-temperature condition of each relay lessens the degree which restricts a current, and the flexible control of it of securing as big steering auxiliary torque as possible is attained.

[0031] In addition, it is good also as a configuration which performs the same control processing as the current correction control for the overheat protection of a relay which was explained above also about FETSW1-SW4. Then, effectiveness avoidable positively [ overheating of FETSW1-SW4 ] and certainly is acquired. In addition, temperature presumption of FETSW1-SW4 is possible in this case using the same temperature sensor 18c as a relay.

[0032] Next, other examples of a gestalt of the contents of control of a control circuit 13 (the example of the 2nd gestalt) are explained. In addition, this example of the 2nd gestalt has the description in a part of processing for current correction control, and since other contents of processing are the same as that of the example of the 1st gestalt, the explanation which attaches a same sign and overlaps is omitted about the same contents as the example of the 1st gestalt. The control circuit 13 in this example of a gestalt performs processing shown in the flow chart of drawing 4 as processing of a subroutine mentioned above for current correction control. Step S11 prepared instead of the above-mentioned steps S2-S8 is characteristic here. Like drawing 4 (b), based on the data table for maximum current decision (or function) set up beforehand, this step S11 estimates the temperature estimate Tr of a relay continuously, and the current-limiting value I<sub>max</sub> is determined at it. In addition to the effectiveness of the example of the 1st gestalt mentioned above as they

are such contents of processing, the following features are acquired. That is, fine current limiting according to extent of the elevated-temperature condition of a relay becomes possible, overheating of a relay is certainly avoided by current limiting of necessary minimum as possible, and it becomes possible more precisely to generate all possible steering auxiliary torque.

[0033] In addition, it cannot be overemphasized that this invention is not restricted to the mode of the above-mentioned example of a gestalt, but there may be various kinds of modes. For example, current correction control of this invention is good also as control which a part for the predetermined rate according to the elevated-temperature level of a relay is deducted [ control ], for example, and decreases a target current value from the target current value determined according to steering torque etc., when it is not restricted to the control processing (what revises the maximum of a current downward) which restricts a current as mentioned above, but the temperature (a detection value or estimate) of a relay exceeds a default. Moreover, like the example of a gestalt mentioned above, it is the case where two or more places have a relay, and when overheating of one relay can prevent only by natural heat dissipation, it may be made to perform current correction control of this invention only about a relay of another side. Moreover, when two or more places have a relay, separate current correction control may be performed about each relay. Moreover, although temperature sensor 18c of the above-mentioned example of a gestalt is used also [ monitor / of FET / temperature ], it may form the temperature sensor only for relays. Moreover, when there are two or more relays, a temperature sensor may be formed for every relay. Moreover, the thought of this invention is not restricted to electric power-steering equipment which was mentioned above, but has the relays (switching elements, such as an electromagnetic relay or FET etc.) which open and close energization Rhine, and if it is equipment (equipment with which a miniaturization is demanded especially in addition) with which overheating of this relay poses a problem, it can do the applicable and same effectiveness so.

[0034]

[Effect of the Invention] In the energization control unit by this invention, the temperature of a relay can be judged and supervised based on the detection temperature of a temperature sensor. And based on this monitor result, current correction control which revises downward the current which flows to a relay if needed is performed, and the temperature of a relay is held below at allowable temperature. For this reason, that a relay is deteriorated or damaged by overheating can avoid positively and certainly. High-reliability is securable, being able to protect a relay from overheating certainly and avoiding enlargement of equipment, since the current which is the source of generation of heat will be restricted, if it furthermore says without forming a large-sized radiator or enlarging the capacity (size) of a relay. Moreover, high-reliability is securable similarly with the electric power-steering equipment of this invention which applied such an energization control unit, avoiding enlargement (enlargement of a control unit in this case) of equipment. Consequently, the reliable electric power-steering equipment by which the relay was certainly protected from overheating can be realized also to comparatively large-sized cars, such as a subcompact which has the need of passing a high current in the drive of an assistant motor, and the practically excellent effectiveness according to the needs of a commercial scene that it can constitute in the magnitude which was moreover suitable for the control unit of equipment carrying in a car is acquired.

---

[Translation done.]

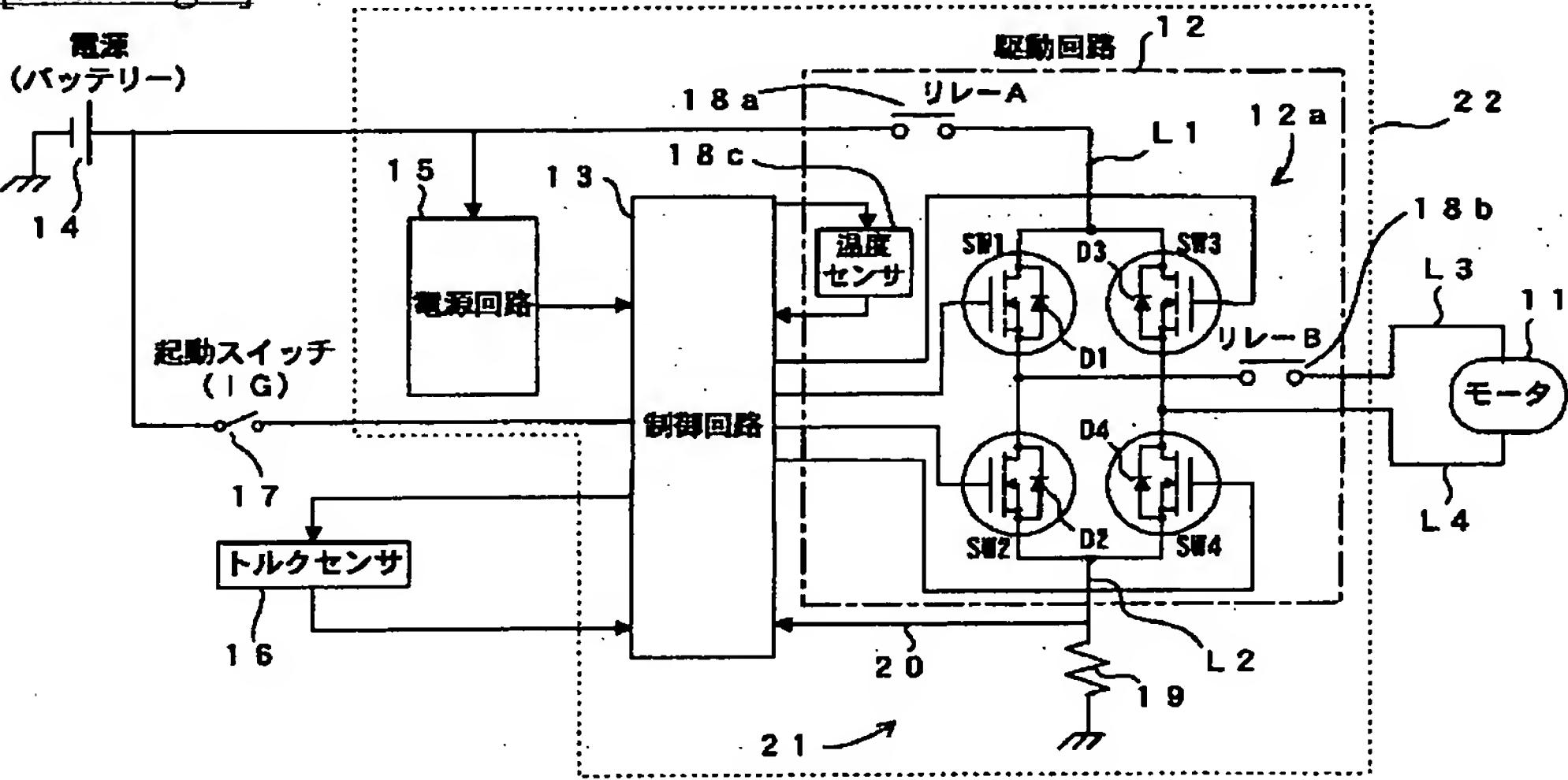
\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

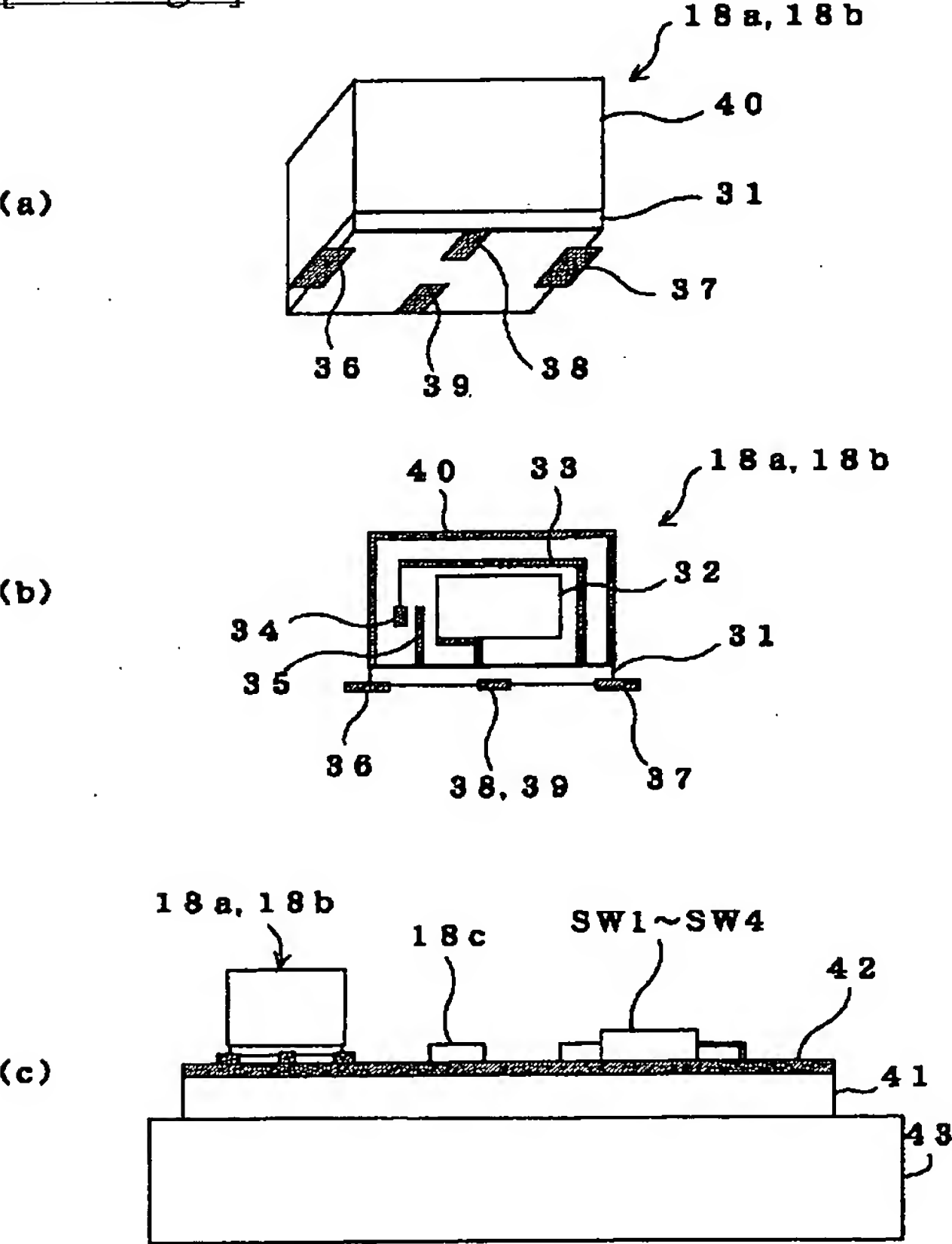
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]

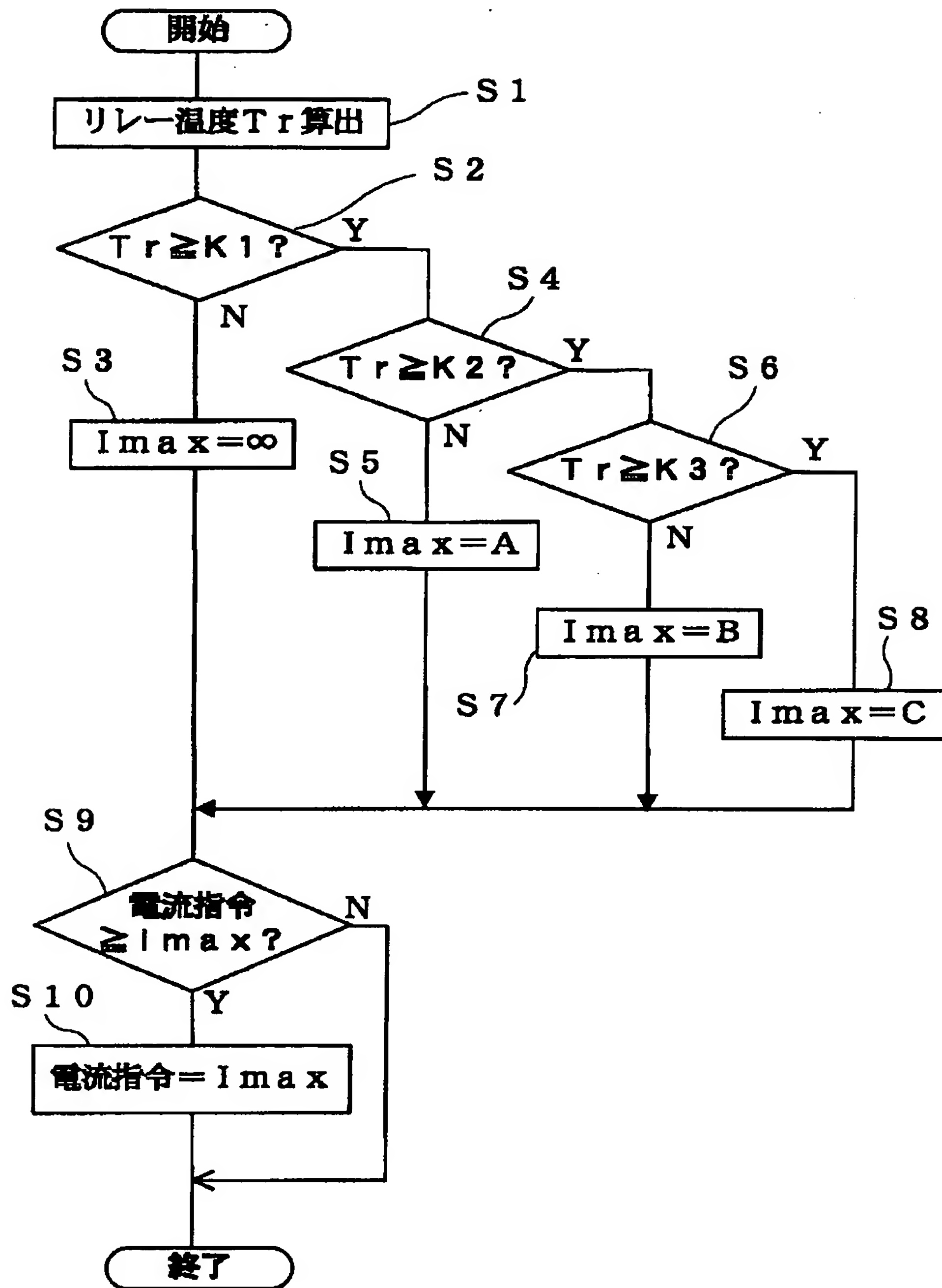


[Drawing 2]



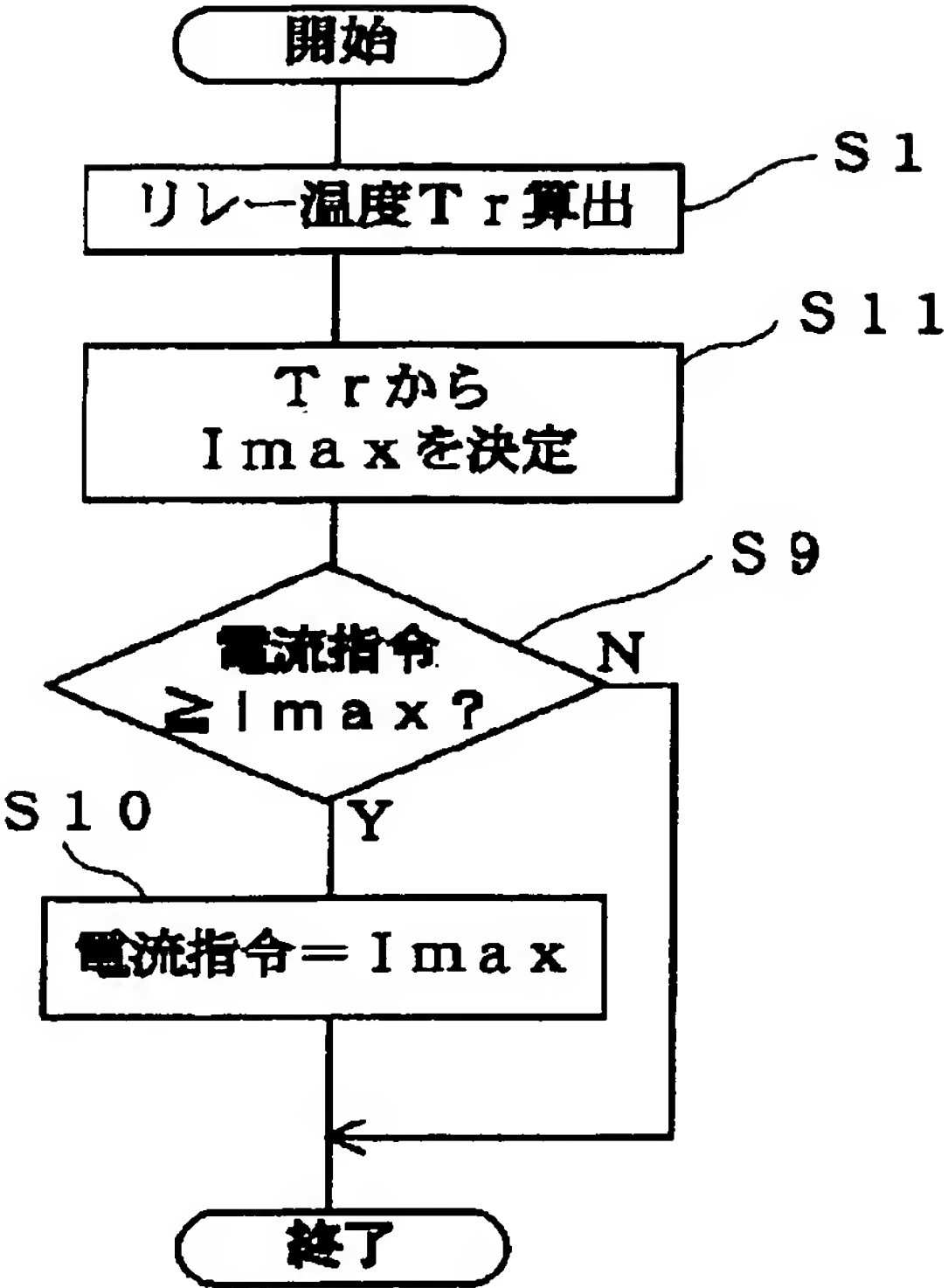
[Drawing 3]



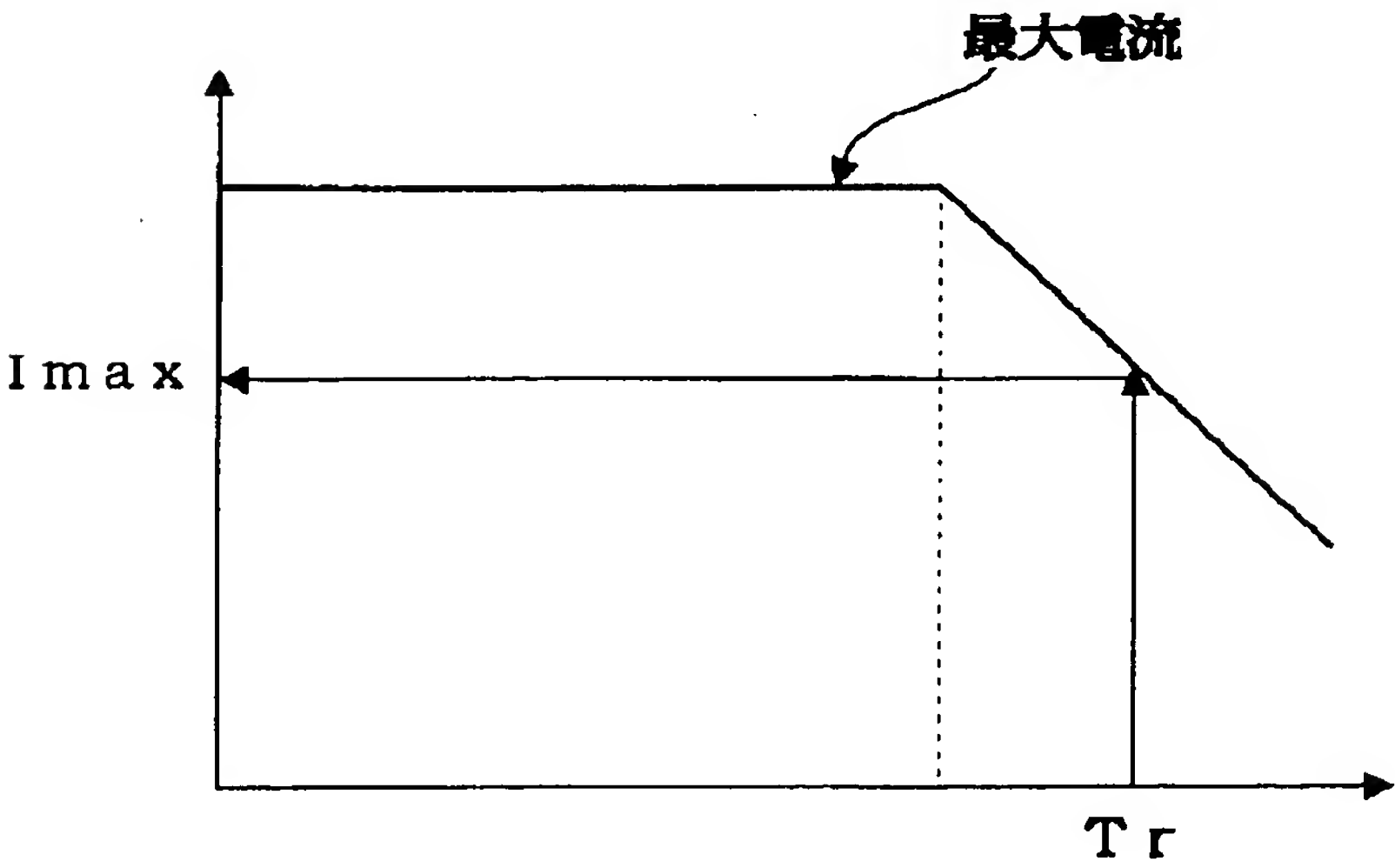


[Drawing 4]

(a)



(b)



[Translation done.]





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 負荷の通電ラインに設けられたリレーを有し、このリレーの動作を切り換えて前記通電ラインを導通状態又は遮断状態に制御する通電制御装置において、  
前記リレーの温度を検知又は算出可能な温度となり得る所定部位の温度を検出する温度センサと、  
前記リレーの温度を許容温度以下に保持すべく、前記温度センサによる検出温度に基づいて前記リレーに流れる電流を必要に応じて下方修正する電流修正制御を実行する電流制御手段とを設けたことを特徴とする通電制御装置。

【請求項2】 車両の操舵系に連結されて操舵補助トルクを発生するアシストモータと、複数のスイッチング素子よりなり前記アシストモータを駆動するためのブリッジ回路と、前記アシストモータの通電ラインに設けられたリレーとを有し、  
前記通電ラインを遮断すべき異常状態が発生したときには、前記リレーを開状態に作動させて前記通電ラインを遮断し、  
前記異常状態が発生していない通常運転状態においては、前記リレーを閉状態として前記通電ラインを導通状態に維持しつつ、前記操舵系の操舵トルクに応じて前記スイッチング素子を作動させて、前記操舵補助トルクが前記操舵トルクに応じた値になるように、前記アシストモータの電流を所定の目標電流値に制御する電動パワーステアリング装置において、  
前記リレーの温度を検知又は算出可能な温度となり得る所定部位の温度を検出する温度センサと、  
前記リレーの温度を許容温度以下に保持すべく、前記温度センサによる検出温度に基づいて前記目標電流値を必要に応じて下方修正する電流修正制御を実行する電流制御手段とを設けたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項3】 前記温度センサが、前記リレーの特定部分の温度を、前記所定部位の温度として測定するものであることを特徴とする請求項2記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項4】 前記温度センサが、前記リレーが実装された基板の温度を、前記所定部位の温度として測定するものであることを特徴とする請求項2記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項5】 前記基板が、金属製の基板であることを特徴とする請求項4記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項6】 前記リレーが、前記基板に表面実装されていることを特徴とする請求項4又は5記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項7】 前記電流制御手段が、前記温度センサによる検出温度が既定値を越えた場合に、前記電流修正制

御を実行することを特徴とする請求項2乃至6の何れかに記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項8】 前記電流制御手段が、前記リレーを流れる電流から当該リレーにおけるジュール熱による温度上昇分を算出し、さらにこの温度上昇分に前記温度センサによる検出温度を加算することで、前記リレーの温度推定値を求め、この温度推定値が既定値を越えた場合に、前記電流修正制御を実行することを特徴とする請求項2乃至6の何れかに記載の電動パワーステアリング装置。

10 【請求項9】 前記電流修正制御は、前記検出温度又は温度推定値の増加に応じて、前記目標電流値を下方修正する程度を段階的又は連続的に高めるものであることを特徴とする請求項7又は8記載の電動パワーステアリング装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電磁リレーや半導体リレーなどのリレーによって通電ラインの開閉状態（導通状態か遮断状態か）を制御する通電制御装置、或いはこのような通電制御装置を含む電動パワーステアリング装置に係わり、前記リレーの過熱を実用的に防止可能な装置に関する。

20 【0002】

【従来の技術】一般に、軽自動車などの小型車両に使用されている電動パワーステアリング装置は、ハンドル操作によりステアリングシャフトに発生する操舵トルクをトルクセンサにより検出し、それに応じてステアリングシャフト等に取り付けられたアシストモータ（以下、場合により単にモータという）に車両のバッテリーから電流を流して操舵補助トルクを発生させるものである。そのためモータの電流制御には、通常四つのFET（電界効果トランジスタ）で構成されるHブリッジ回路を用い、マイクロコンピュータを含む制御部の制御で、このHブリッジ回路よりなる駆動回路を介してモータをPWM（パルス幅変調）方式で駆動する構成となっている。

30 【0003】また、上記駆動回路の通電ライン（場合によっては、上記駆動回路と電源間の通電ラインと、上記駆動回路とモータ間の通電ライン）には、一般のモータ制御装置等と同様に、電磁リレー等のリレーが設けられ、上記通電ラインの開閉状態が上記制御部によって制御できるようになっている。すなわち、電動パワーステアリング装置の場合、装置の非稼働状態においては、上記リレーを開状態に維持して前記通電ラインを遮断状態とし、例えばバッテリー逆接（車両のバッテリーを反対の極性で接続すること）による大電流（過電流）の発生等を回避している。また、装置の稼働時に上記FETの短絡故障などが起きた場合には、この故障に起因する大電流の発生やモータの誤動作、或いは回生ロックの回避のために、上記リレーをやはり開状態に切り換えて前記通電ラインを遮断する構成となっている。なお、ここで

いう回生ロックとは、上記FETの短絡故障などによって、モータのコイルの両端子が接続された状態となり、モータにいわゆる回生制動力が発生して、モータに連結されたハンドルが回転操作困難になるか又は回転操作不能になる現象をいう。そして、このような回生ロックの問題をリレーによって解決しようとするれば、上記駆動回路（正確には、上記Hブリッジ回路）とモータ間の通電ラインにも電磁リレー等のリレーを設ける必要がある。

【0004】ところで、このような電動パワーステアリング装置では、従来、上記FETの温度が所定温度を越えないようにFETへの通電電流（即ち、モータへの通電電流）を制御してFETを加熱から保護する対策は為されることがあったが、上記リレーを構成するリレー等を加熱から積極的に保護する対策は為されていなかった。これは、このような電動パワーステアリング装置は、油圧式のものに比べ、大きな操舵補助トルクを発生させることが困難なため、従来では上述したように軽自動車などの小型車両にしか使用されておらず、ハンドルの切り返し操作時などの装置のフル稼働状態でも、モータに流れる電流が最大40A程度と低レベルであるため、上記リレー等やその周辺に配置される発熱部品（例えば、上記FET）の発熱量がさほど大きくなく、適応の放熱器を設けるなどの対策によって、上記リレーの過熱が実用上問題なく防止できたためである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記電動パワーステアリング装置は、電子制御が容易である、或いは油圧ポンプや油配管が不要で構造が簡素になるなどの各種利点があり、近年では普通乗用車にも適用が検討されており、将来はさらに大型な車両にも適用される可能性が高い。そして、このように比較的大型な車両に搭載されるようになると、ハンドルの切り返し操作時などの装置のフル稼働状態では、モータを駆動して所要の操舵補助トルクを発生させるために、モータの電流が例えば最大60～80A程度必要となる。こうなると、リレー自体やその周辺の発熱部品からの発熱量（電流の二乗に比例する）が大幅に増大し、もはや、放熱器の働きだけでは、リレーを過熱から保護することが不可能になる。

【0006】なお、前記駆動回路やマイクロコンピュータ、及び前記リレーなどが収納される装置の制御ユニット（コントロールユニット）に最大発熱量に見合った放熱器を設けたり、前記リレー自体の容量を最大電流に見合ったものとする事で、上述したような電流増加の条件下においても、前記リレーが過熱状態とならないように設計することは、原理的には可能であるが、実用的には不可能である。この場合、放熱器が極端に大きくなり、リレーも格段に大型化するため、上記制御ユニットが、車両においてこの種のユニットの配置に許された狭いスペースに収まらなくなるからである。また、例えばリレーが過熱状態になると、そのリレーコイルが劣化

（寿命低下）又は焼損したり、或いはその端子を接続する半田が溶けるなどの不具合が発生する恐れがあるため、そのような過熱状態は、車両の操舵システムの高い信頼性を確保する観点から、できるだけ積極的かつ確実に回避しなければならない。そこで本発明は、電磁リレーや半導体リレーなどのリレーによって通電ラインの開閉状態を制御する通電制御装置、或いはこのような通電制御装置を含む電動パワーステアリング装置であって、前記リレーの過熱を小型な構成で積極的かつ確実に回避できる装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明による通電制御装置は、負荷の通電ラインに設けられたリレーを有し、このリレーの動作を切り換えて前記通電ラインを導通状態又は遮断状態に制御する通電制御装置において、前記リレーの温度を検知又は算出可能な温度となり得る所定部位の温度を検出する温度センサと、前記リレーの温度を許容温度以下に保持すべく、前記温度センサによる検出温度に基づいて前記リレーに流れる電流を必要に応じて下方修正する電流修正制御を実行する電流制御手段とを設けたものである。ここで、「負荷」には、モータやソレノイド、或いはランプなどの各種の電気的負荷が含まれる。また、「負荷の通電ライン」とは、負荷と電源（正極及び負極）の間の一連の電流経路（回路導体やケーブルなどよりなるもの）を意味し、負荷の駆動回路がある場合には、駆動回路と電源の間の電流経路と、駆動回路と負荷の間の電流経路が含まれる。また、「リレー」には、通常の電磁リレーや半導体リレー、或いはFETなどのスイッチング素子が含まれる。また、「リレーの温度」とは、リレーの機能や信頼性が過熱によって劣化し又は喪失されるか否かを判定する上で（すなわち、許容温度以下か否かを判定する上で）、指標となる箇所の温度であり、場合によっては、リレー全体の平均温度である場合もあるし、リレーの熱的に問題となる特定箇所の温度（例えば、電磁リレーの接点、端子、或いはコイルなどの温度）であってもよい。また、「前記リレーの温度を検知又は算出可能な温度となり得る所定部位」には、前記リレー自体の何れかの部位も含まれるし、前記リレーの温度と略等しい温度となる部位（例えば、リレーの端子が接続された回路導体やその基板における前記端子の近傍部分）や、前記リレーの温度と相関関係を維持しつつ温度変化する部位（例えば、リレーの熱を放熱するための放熱板における比較的リレーに近い部分など）も含まれる。また、極端な態様としては、装置の周囲温度に等しくなるような部位も含まれる。また、この「所定部位」は、リレーの温度を一定の許容誤差を含んで検知又は算出することができる部位でよいことはいふまでもない。ちなみに、電動パワーステアリング装置に通常用いられる電磁リレーなどのリレーであれば、端子（半田接続部分）やコイルなどの許容温度が例



例えば120℃～200℃といったレベルであるので、少なくとも1℃～10℃程度の誤差は実用的に許される場合が多い。また、「電流修正制御」は、例えば前記温度センサの検出温度に基づいて電流を通常よりも減少させる制御（例えば、検出温度に応じた割合だけ電流値を必ず減少させる制御）であってもよいし、前記温度センサの検出温度に基づいて電流を通常よりも制限する電流制限制御（例えば、検出温度に応じた割合だけ電流の上限値を減少させる制御、必ずしも毎回電流が減少するとは限らないもの）であってもよい。

【0008】この発明によれば、温度センサが上述したような所定部位の温度を検出するから、この温度センサの検出温度に基づいてリレーの温度を判定し監視することができる。そして、この監視結果に基づいて、リレーに流れる電流を必要に応じて下方修正する電流修正制御が実行され、リレーの温度が許容温度以下に保持される。このため、過熱によりリレーが劣化又は損傷することが、積極的かつ確実に回避できる。さらにいえば、発熱の源である電流を制限するので、大型な放熱器を設けたり、或いはリレーの容量（サイズ）を大型化することなく、リレーを過熱から確実に保護することができ、装置の大型化を回避しつつ、高信頼性を確保することができる。

【0009】また、この発明による電動パワーステアリング装置は、車両の操舵系に連結されて操舵補助トルクを発生するアシストモータと、複数のスイッチング素子よりなり前記アシストモータを駆動するためのブリッジ回路と、前記アシストモータの通電ラインに設けられたリレーとを有し、前記通電ラインを遮断すべき異常状態が発生したときには、前記リレーを開状態に作動させて前記通電ラインを遮断し、前記異常状態が発生していない通常運転状態においては、前記リレーを閉状態として前記通電ラインを導通状態に維持しつつ、前記操舵系の操舵トルクに応じて前記スイッチング素子を作動させて、前記操舵補助トルクが前記操舵トルクに応じた値になるように、前記アシストモータの電流を所定の目標電流値に制御する電動パワーステアリング装置において、前記リレーの温度を検知又は算出可能な温度となり得る所定部位の温度を検出する温度センサと、前記リレーの温度を許容温度以下に保持すべく、前記温度センサによる検出温度に基づいて前記目標電流値を必要に応じて下方修正する電流修正制御を実行する電流制御手段とを設けたものである。ここで、「アシストモータの通電ライン」には、前記ブリッジ回路と電源間の通電ライン（電流経路）や、前記ブリッジ回路とアシストモータ間の通電ラインが含まれる。

【0010】この発明によれば、温度センサが上述したような所定部位の温度を検出するから、この温度センサの検出温度に基づいてリレーの温度を判定し監視することができる。そして、この監視結果に基づいて、アシス

トモータの目標電流値を必要に応じて下方修正する電流修正制御が実行され、これによりリレーの温度が許容温度以下に保持される。このため、操舵補助トルクがその分低減されて、ハンドル操作がその分重くなるものの、過熱によりリレーが劣化又は損傷することが、積極的かつ確実に回避できる。さらにいえば、発熱の源である電流を制限するので、大型な放熱器を設けたり、或いはリレーの容量（サイズ）を大型化することなく、リレーを過熱から確実に保護することができ、電動パワーステアリング装置のコントロールユニットの大型化を回避しつつ、高信頼性を確保することができる。この結果、アシストモータの駆動に大電流を流す必要のある普通乗用車などの比較的大型な車両に対しても、リレーが過熱から確実に保護された信頼性の高い電動パワーステアリング装置を実現することができ、しかも、装置のコントロールユニットが車両に搭載するのに適した大きさに構成できるといふ、市場のニーズに応じた実用上優れた効果が得られる。

【0011】また、この発明のより好ましい構成は、前記温度センサが、前記リレーの特定部分の温度を、前記所定部位の温度として測定するものである。この構成であると、前記リレーの特定部分の温度を直接測定することができ、前記リレーの過熱を防止する上で指標となる温度が、より正確かつ容易に監視できるようになる。また、この発明のより好ましい構成は、前記温度センサが、前記リレーが実装された基板の温度を、前記所定部位の温度として測定するものである。この構成であると、温度センサを上記基板上に実装するなどして設ければよいので、温度センサの取り付けが容易になる。

【0012】また、この発明のより好ましい構成は、前記基板（リレーが実装された基板）が、金属製の基板であるものである。この構成であると、リレーで発生した熱が基板を経由して外部に効率良く放熱されるようになる。これにより、リレーの過熱が発生し難くなって、前述した電流修正制御の実行頻度や程度が少なくてすむようになり、電流修正制御の弊害（目標電流値を下方修正する分だけハンドル操作が一時的に重くなる弊害）が緩和される効果が得られる。またこの場合、温度センサが測定する基板の温度が、リレーの温度を判定する上でより好ましいものとなる（リレーの温度と基板の温度との関係がより確かになる）ため、より精度良くリレーの温度を判定し監視することが可能となり、前述した電流修正制御の作用効果をより効果的かつ効率的に発揮できる。特に、リレーが、前記基板に表面実装されていると、リレーで発生した熱が基板に効率良く伝わり、リレーで発生した熱が基板を経由して外部により効率良く放熱されるようになるため、上記作用効果がより顕著になる。

【0013】また、この発明のより好ましい構成は、前記電流制御手段が、前記温度センサによる検出温度が既



定値を越えた場合に、前記電流修正制御を実行するものである。この構成であると、前記電流修正制御を実行するか否かの判定処理が簡素化される利点がある。また、この発明のより好ましい構成は、前記電流制御手段が、前記リレーを流れる電流から当該リレーにおけるジュール熱による温度上昇分を算出し、さらにこの温度上昇分に前記温度センサによる検出温度を加算することで、前記リレーの温度推定値を求め、この温度推定値が既定値を越えた場合に、前記電流修正制御を実行するものである。この構成であると、前記温度センサが検出する温度は前記リレーの温度を推定する上でのベース温度であればよくなり、前記温度センサがリレー自体の温度やそれに相関する部分の温度を測定しないものであっても（例えば、リレーが実装された基板におけるリレーからある程度離れた箇所の温度を計測するものであっても）、リレーの温度推定値を十分正確に（許容される誤差で）算出することができ、前記電流修正制御の作用効果を十分実用的なレベルで発揮できる。したがって、温度センサの配置の自由度が高まり、温度センサを他の用途（例えば、ブリッジ回路を構成するスイッチング素子の温度監視）に兼用することも容易に可能となるメリットがある。

【0014】また、この発明のより好ましい構成は、前記電流修正制御が、前記検出温度又は温度推定値の増加に応じて、前記目標電流値を下方修正する程度を段階的又は連続的に高めるものである。このような構成であると、例えば、リレーの高温状態の程度が、それ程緊急性を有しないような比較的低いレベルのときには、電流を制限する度合いを少なくして、なるべく大きな操舵補助トルクを確保するといった柔軟な制御が可能となる。特に、連続的に修正レベルを高める場合には、リレーの高温状態の程度に応じたきめの細かい電流修正が可能となり、なるべく必要最小限の電流修正でリレーの過熱を確実に回避し、一方ではできる限りの操舵補助トルクを発生させることが、より緻密に可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。まず、電動パワーステアリング装置のハード構成の一形態例を、図1により説明する。本装置は、車両の操舵系に連結されて操舵補助トルクを発生するアシストモータ11（以下、場合により単にモータ11という）と、このモータ11を駆動回路12（Hブリッジ回路12aを含む）を介して制御する制御回路13と、車両の電源（バッテリー）14の出力をもとにこの制御回路13に所定電力を供給する電源回路15と、前記操舵系の操舵トルクを検出するトルクセンサ16とを備える。ここで、制御回路13は、本発明の電流制御手段に相当する。

【0016】また、図1において、符号17で示すものは、車両のイグニションスイッチであり、本装置におい

ては制御回路13の起動スイッチとして機能する。また、符号18a、18bで示すものは、本発明のリレーに相当する電磁リレー（正確には電磁リレーの接点）であり、図示省略した回路を介してこれら電磁リレーのコイルが制御回路13によって駆動制御される構成となっている。また、符号18cで示すものは、駆動回路12が形成された後述の駆動回路基板41上に設けられ、この基板41の温度（この場合正確には、基板41上の回路導体42の温度）を計測するための温度センサ（例えば、サーミスタ）であり、その検出出力は制御回路13に入力されている。また、符号19で示すものは、ブリッジ回路12aのグランド側（即ち、ブリッジ回路12aと電源14の負極との間の通電ラインL2）に接続された抵抗（シャント抵抗）であり、この抵抗19の電圧降下分に相当する電圧が入力ライン20によって制御回路13に入力されている。なお、この入力ライン20から入力される電圧値は、当然にモータ11の電流値（以下、場合により単にモータ電流値という）に比例するため、制御回路13ではこの電圧値からモータ電流値を検知可能であり、抵抗19や入力ライン20は、モータ電流の電流検出手段21を実質的に構成している。なお、駆動回路12、制御回路13、電源回路15などは、パワーステアリング装置のコントロールユニット22を構成している。

【0017】ここで、駆動回路12は、この場合4個の電界効果トランジスタSW1～SW4（以下、FETSW1～SW4という）をモータ11に対してHブリッジ形に接続してなるHブリッジ回路12aを含むもので、このHブリッジ回路12aを構成するスイッチング素子である各FETSW1～SW4は、制御回路13から出力されるPWM駆動信号によって動作する。なお、各FETSW1～SW4は、この場合、Nチャンネルエンハンスメント型MOSFETであり、その構造上ダイオードD1～D4（寄生ダイオード）がドレイン・ソース間に作り込まれている。また、電磁リレー18a（リレーA）は、ブリッジ回路12aと電源14の正極との間の通電ラインL1に設けられ、駆動状態（コイル励磁状態）で閉状態となってこの通電ラインL1を導通状態とし、非駆動状態（コイル非励磁状態）で開状態となってこの通電ラインL1を遮断状態とするものである。また、電磁リレー18b（リレーB）は、ブリッジ回路12aとモータ11間の一方の通電ラインL3に設けられ、駆動状態で閉状態となってこの通電ラインL3を導通状態とし、非駆動状態で開状態となってこの通電ラインL3を遮断状態とするものである。

【0018】また、制御回路13は、マイクロコンピュータを含む回路で構成され、トルクセンサ16の検出信号から検知される操舵トルクの値に応じた操舵補助トルクを発生させるべく、前記操舵トルクに応じたモータ電流を実現するデューティ比のPWM駆動信号を生成して

Hブリッジ回路12aを制御する通常状態（後述するような異常状態でない正常な運転状態）での制御機能の他、温度センサ18cや電流検出手段21の検出値に基づいて各種異常状態（後述する）を判定して、モータ電流を通常状態よりも下方修正（抑制又は制限）したり、電磁リレー18a又は18b（リレーA又はB）を開状態として過電流や回生ロックを回避するフェールセーフ機能も実現する（詳細後述する）。また、電源回路15は、バッテリー14の電圧（通常、12V～14V）を所定電圧（例えば、5V）に変換して制御回路13に供給するものである。なお、電磁リレー18aは、ブリッジ回路12aと電源14の負極（即ち、グランド）との間の通電ラインL2に設けられていてもよく、また、電磁リレー18bは、ブリッジ回路12aとモータ11間の他方の通電ラインL4に設けられていてもよい。また、電磁リレー18aのようなリレーは、通常必ず設けられるものである。しかし、電磁リレー18bのようなリレーは必ずしも必要ではなく、前述した回生ロックが問題とならない場合（例えば、モータ11のコイル両端が結線状態となっても、なんとかハンドルが回転操作できる場合、或いはモータ11と操舵系との間にクラッチが設けられ、モータ11と操舵系の連結が適宜解除できる場合等）には、不要である。なお、図示省略しているが、ユニット22には、上述した要素の他に、モータ11の電流（以下、場合により単にモータ電流という）が増大したときに電源をバックアップする電解コンデンサや、ノイズ放出を抑制する電波対策用のセラミックコンデンサなどが備えられる。

【0019】次に、電磁リレー18a、18bの構造及びその周辺構成について、図2により説明する。なお、図2(a)は各リレーの外観を示す斜視図であり、図2(b)は各リレーの内部構造を示す側断面図であり、図2(c)は各リレーを搭載した駆動回路基板等の側面図である。各リレーは、図2(a)、(b)に示すように、各部品を直接的又は間接的に支持固定する合成樹脂製のベース基板31と、コイルや鉄心よりなる電磁石32と、この電磁石32の吸引力で弾力的に変位する可動接点バネ33と、この可動接点バネ33の先端に設けられた可動接点34と、この可動接点34に対向配置された固定接点35と、固定接点35に接続されベース基板31の下面左端に接続端が露出したコモン端子36と、可動接点バネ33を介して可動接点34に接続されベース基板31の下面右端に接続端が露出したa接点端子37と、電磁石32の各コイル端に接続されベース基板31の下面中央両側に接続端が露出したコイル端子38、39と、各部品（各端子の接続端を除く）を覆うようにベース基板31の上面側に取り付けられた合成樹脂製の箱形ケース40とを有する。そして、電磁石32の吸引力と可動接点バネ33の復元力によって可動接点34が固定接点35に対して変位し、可動接点34と固定接点

35間の接触状態が切換えられる電磁リレーである。すなわち、制御回路13の制御でコイル端子38、39間に電源が供給され電磁石32が機能した駆動状態では、電磁石32の吸引力で可動接点34が固定接点35に接合する方向に変位して、コモン端子36とa接点端子37とが導通状態となる。また、コイル端子38、39間に電源が供給されていない非駆動状態では、可動接点34が可動接点バネ33の復元力で固定接点35から離れる方向に変位して、コモン端子36とa接点端子37とが非導通状態となる。なお本形態例では、各電磁リレー18a、18bを同構造のものとして説明しているが、異なる構造であってもよいことはいうまでもなく、また、これらリレーの容量（サイズ）が異なってもよい。

【0020】またこの場合、各リレーは、図2(c)に示すように、駆動回路基板41上に実装されている。駆動回路基板41は、金属基板であり、ここに駆動回路12が形成されている。すなわち、駆動回路基板41は、基材であるアルミ板の表面（実装面側）に絶縁層（図示省略）を形成し、さらにその上に回路導体としての配線パターン42を印刷配線技術により形成し、この配線パターン42の所定の部位に対して駆動回路12を構成するFETSW1～SW4や電磁リレー18a、18b等の部品を実装したものである。なおこの場合、FETSW1～SW4や電磁リレー18a、18bは、図2

(c)の紙面に直交する方向に並んで配置されており、これらFETSW1～SW4や電磁リレー18a、18bの間の位置に、温度センサ18cのチップが実装されている。また、図2(c)においては、上面側がこの金属基板（駆動回路基板41）の実装面となっている。また、少なくとも電磁リレー18a、18bは、各端子36～39が表面実装用の形状（実装面に平行となるような横向きの形状）とされ、駆動回路基板41上の配線パターン42の所定部位に対して表面実装されている。例えば、配線パターン42の所定部位の上面に予めクリーム半田を塗布した後、その所定部位の上面に対して各端子36～39の外面（下面）を接合させて、その接合部に赤外線を照射してクリーム半田を一時的に溶かして半田付けされている。また、この場合、温度センサ18cは、駆動回路基板41（正確には、その配線パターン42）の温度を計測している。そして本形態例では、駆動回路基板41の裏面側（下面側）には、例えば、アルミのダイキャストにより製作された放熱板43が、接合状態で配設されている。また、この放熱板43は、コントロールユニット22の外面（下面）に露出するように配設されている。

【0021】このような構成であると、電磁リレー18a、18bやFETSW1～SW4で発生した熱は、駆動回路基板41を経由して効率良く図中下向きに伝熱され、最終的に放熱板43からユニット外（外気）に効率良く放熱される。より詳しくは、電磁リレー18a、1



8bでは、主に各接点34、35で発生するジュール熱が、その構造から、まず金属製の各部材（コモン端子36、可動接点バネ33、a接点端子37）に効率良く伝わる。ついで、コモン端子36やa接点端子37に伝わった熱は、表面実装構造によって駆動回路基板41の配線パターン42に効率良く伝わる。そして、この配線パターン42に伝わった熱は、駆動回路基板41が金属製であることから、効率良く放熱板43側に伝熱されて放熱されるのである。またこのため、温度センサ18cが計測している温度（駆動回路基板41の配線パターン42の温度）は、電磁リレー18a、18bやFETSW1～SW4のベース温度として良好に温度変化する。つまり、温度センサ18cが温度計測している部分（駆動回路基板41の配線パターン42）は、電磁リレー18a、18b（リレー）の温度を推定する際の良好なベース温度となり得る本発明の所定部位となる。またこの場合、温度センサ18cの検出温度は、FETSW1～SW4の温度を推定する際の良好なベース温度にもなりうる。つまり、この場合の温度センサ18cは、電磁リレー18a、18bの温度を検知するためのセンサであるとともに、FETSW1～SW4の温度を検知するためのセンサとしても使用可能であり、それぞれに別個の温度センサを設ける構成に比し部品点数の削減が実現されている。

【0022】なお、図2（c）では、コントロールユニット22の全体構造については、図示省略しているが、概略を説明すると例えば以下のような構造となっている。すなわち、コントロールユニット22は、前述の電解コンデンサやシャント抵抗19等を搭載し大電流回路（前述の通電ラインL1～L4の一部）が形成されたベース基板（図示省略）と、このベース基板の下面側に接着等により取り付けられる上述した駆動回路基板41と、ユニット側面の外壁を構成し外部配線用のコネクタ（図示省略）が設けられる枠状の樹脂ケース（図示省略）と、制御回路13などの低電圧回路が形成されてベース基板の上面に取り付けられる絶縁基板（図示省略）と、上述したように駆動回路基板41の下面に接合した状態で樹脂ケースの下面側（ユニットの下面側）に取り付けられる放熱板43と、ユニットの上面側を覆うように樹脂ケースの上面に取り付けられるカバー部材（図示省略）とよりなる。また、その概略の組立手順は、次のとおりである。即ち、まずベース基板に駆動回路12が形成された駆動回路基板41を取り付けて例えばワイヤボンディングにより接続し、次いでこの中間組立品を、放熱板43を予め取り付け付けた樹脂ケースに対して組み付ける。その後、制御回路13等が形成された絶縁基板を例えば駆動回路基板41の上方位置に重ねるようにベース基板に対して取り付け付けた後、カバー部材を上面側に取り付けて完成となる。

【0023】次に、制御回路13の制御内容の一形態例

（第1形態例）について説明する。制御回路13は、起動スイッチであるイグニションスイッチ17がオンされると起動して、以下のような処理を含む一連の動作を、例えばイグニションスイッチ17がオフされるなどして制御回路13の通常の稼働状態が停止するまで、例えば一定周期で繰り返し実行する。まず、トルクセンサ16の検出信号から検知される操舵トルクの値に応じたモータ電流の目標電流値を演算する処理を行う。この演算は、操舵トルクに応じた（例えば、比例した）目標の操舵補助トルクを発生させるためのモータ電流値を目標電流値として算出するものであるが、操舵トルク以外のパラメータも考慮して目標電流値（即ち、目標の操舵補助トルク）を求めるようにしてもよい。例えば、操舵トルクが同じでも、車速によって目標電流値を異ならせ、車速に応じて操舵補助トルクを若干異ならせるような構成もあり得る。なお近年では、どの車種にも車速を検出する手段は通常設けられるので、この車速検出手段の信号を制御回路13にも入力しておけば、制御回路13が車速を検知して上記演算を実行可能である。次に、制御回路13は、電磁リレー18a、18b等を過熱から保護するための電流修正制御のための処理（後述する）を実行した後、それまでの処理で得られた目標電流値を実現するデューティ比のPWM駆動信号を生成してHブリッジ回路12aの各FETを制御する。これにより、モータ11の所定方向に目標電流値にほぼ等しい電流が流れて、電流修正制御が機能していない状態（この場合、電磁リレー18a、18b等の過熱の恐れがない低温状態）においては、例えば操舵トルクに応じた大きさで操舵トルクと同方向の操舵補助トルクが発生し、ステアリング操作が十分にアシストされる。

【0024】なお、このような通常の稼働状態において制御回路13は、各電磁リレー18a、18bを当然に閉状態に制御するが、次のような異常の発生を常に監視する処理を実行しており、異常が検知された場合には、少なくとも電磁リレー18a（リレーA）を開状態として通電ラインL1を遮断するフェールセーフ機能を有する。例えば、電流検出手段21により検知される実際のモータ電流値が、目標電流値よりも極端に増加して制御不能となり、いずれかのFETが短絡故障を起こしたと推定される場合には、電磁リレー18a（リレーA）を開状態として通電ラインL1を即座に遮断し、モータ11の誤動作や損傷等を回避する。またこの場合には、同時に電磁リレー18b（リレーB）を開状態に制御して通電ラインL3を遮断し、モータ11の回生ロックを回避する。また例えば、温度センサ18cにより検知される温度が極端に上昇し、後述する電流修正制御では過熱状態を解消しきれないと判断した場合には、電磁リレー18a（リレーA）を開状態として通電ラインL1を即座に遮断し、各通電ラインL1～L4の電流をゼロとして過熱による各リレーやFETの損傷を確実に防止す



る。

【0025】そして、制御回路13は、電流修正制御のための処理として、少なくとも図3)に示す一連の処理を実行する。なおこの場合、これらの処理は、制御回路13の動作プログラムにおける例えばメインルーチンに対するサブルーチンとして、制御回路13が起動している限り周期的に繰り返し実行される。このサブルーチンが開始されると、まずステップS1では、温度センサ18cにより検出されている検出温度 $T_s$ から電磁リレー18a、18bの温度推定値 $T_r$ （この場合、厳密には各リレーの接点の温度の推定値）を算出する。具体的には、電流検出手段21により検知される各通電ラインL1又はL3の電流値 $I$ （即ち、各リレーに流れる電流値）の二乗を計算し、この計算結果に各リレーの接点抵抗値 $R$ （予め、実験又は計算により求めて設定しておいた値）を乗算することによって、各リレーの接点において発生するジュール熱の発熱量 $R I^2$ を逐次求める。さらに、このように求められた発熱量 $R I^2$ の最新のデータ列に対して、各リレー接点の物性値をパラメータ（予め、実験又は計算により求めて設定しておいた値）とする積分演算を逐次実行することによって、この発熱量による温度上昇値 $\Delta T_r$ を求める。そして、このようにして得られた最新の温度上昇値 $\Delta T_r$ とその時点で検出されている検出温度 $T_s$ とを加算することで、その時点における各リレーの温度推定値 $T_r (= T_s + \Delta T_r)$ を求める。

【0026】なお、温度推定値 $T_r$ の推算方法は、上記のような態様に限定されず、温度センサ18cの取付位置（温度測定部位）や、リレー構造等によって、好ましい各種の態様が採用しうることはいうまでもない。例えば、各リレーの特定部分（例えばコモン端子36やa接点端子37）の温度や、各リレーの温度と相関関係を維持しつつ温度変化する部分（例えば、駆動回路基板41における各リレー近傍位置）の温度を測定して、その測定値自体や、その測定値に所定の係数を乗算するなどにより得られた値を、温度推定値としてもよい。またこの場合、リレーを流れる電流 $I$ の値は、電磁リレー18aと電磁リレー18bとで異なるし、電磁リレー18aと電磁リレー18bとで温度条件が異なるので、好ましくは、各リレー毎に温度推定値を求める必要がある。そして、以下のステップS2、S4、S6の判定では、例えば、より高温状態の高い（許容温度に近い）側のリレーの温度推定値を使用して、処理を進めるのがよい。

【0027】次いで、ステップS2では、ステップS1で求めたリレーの温度推定値 $T_r$ が、予め設定された既定値 $K_1$ 以上か否か判定し、既定値 $K_1$ 以上であれば電流修正（この場合は、電流制限）の必要がある高温状態であるとしてステップS4に進み、そうでなければ電流制限の必要はないとしてステップS3に進む。そして、ステップS3では、電流制限値 $I_{max}$ の値を無限大

( $\infty$ )に設定する。一方、ステップS4では、ステップS1で求めたリレーの温度推定値 $T_r$ が、予め設定された既定値 $K_2$ 以上か否か判定し、既定値 $K_2$ 以上であれば比較的厳しい電流制限の必要がある高温状態であるとしてステップS6に進み、そうでなければ比較的緩い電流制限でよいとしてステップS5に進む。そして、ステップS5では、電流制限値 $I_{max}$ の値を最も大きな設定値Aに設定する。また、ステップS6では、ステップS1で求めたリレーの温度推定値 $T_r$ が、予め設定された既定値 $K_3$ 以上か否か判定し、既定値 $K_3$ 以上であれば最も厳しい電流制限の必要がある許容温度近く的高温状態であるとしてステップS8に進み、そうでなければ中程度の電流制限でよいとしてステップS7に進む。そして、ステップS7では、電流制限値 $I_{max}$ の値を中程度の設定値Bに設定する。一方、ステップS7では、電流制限値 $I_{max}$ の値を最も小さな設定値Cに設定する。

【0028】なお、各既定値 $K_1 \sim K_3$ は、各リレーの許容温度やこれに対する安全率（マージン）を考慮して、適応な値に設定すればよい。但し、この場合には、 $K_3 > K_2 > K_1$ の関係が成立するように設定する必要がある。具体的には、 $K_3$ が上記許容温度の90%、 $K_2$ が上記許容温度の80%、 $K_1$ が上記許容温度の70%、といった具合に設定すればよい。また、電流制限値 $I_{max}$ の値として選択される各設定値A～Cは、各既定値 $K_1 \sim K_3$ に対応した適応な電流制限がなされるように設定すればよい。例えば、前述したように決定される目標電流値の最大値の90%を設定値Aとし、同じく50%を設定値Bとし、10%を設定値Cとする、といった具合である。

【0029】次に、ステップS9では、電流指令（即ち、前述のように操舵トルクに応じて決定された目標電流値）が、電流制限値 $I_{max}$ の値以上か否か判定し、電流制限値 $I_{max}$ の値以上であれば、電流制限を行うべくステップS10に進み、そうでなければ、電流制限値未満であるので電流制限の必要はないとして、1シーケンスの処理を終了する。そして、ステップS10では、目標電流値の値を電流制限値 $I_{max}$ の値に更新して下方修正する。すなわち、目標電流値が電流制限値 $I_{max}$ の値より大きい場合には、電流制限値 $I_{max}$ の値に変更して、必ず電流制限値 $I_{max}$ の値以下になるように修正する（つまり、電流制限値 $I_{max}$ の値以下に目標電流値を制限する）。なお、前述したようにステップS2の判定が否定的になった場合には、ステップS3が実行されて、電流制限値 $I_{max}$ の値は無限大となっている。このため、この場合には、電流制限は実質的に為されない。但し、この場合、目標電流値が無制限に大きくなるわけではない。というのは、前述したように操舵トルクに応じて目標電流値の初期値を決定する時点で、通常、一定の制限値（最大値）が当然存在し、この

最大値以上の値にはなり得ないからである。したがって、図3に示した本形態例の電流修正制御（電流制限制御）は、この目標電流値の最大値を、リレーの温度に応じて下方修正するものであるということもできる。

【0030】以上説明した図2の処理によれば、上述したように、各リレーの温度が許容温度近くに上昇し既定値 $K1$ 以上になると、目標電流値が通常よりも制限されて必要に応じて下方修正され、これに応じてPWM駆動信号も修正されるから、結果的に各リレーの電流値（この場合、通電ライン $L1$ や $L3$ の電流値）も同様に制限される。このため、操舵補助トルクがその分低減されて、ハンドル操作がその分重くなるものの、過熱により各リレーが劣化又は損傷することが、積極的かつ確実に回避できる。さらにいえば、発熱の源である電流を制限するので、放熱板43や各リレーの容量（サイズ）を大型化することなく、各リレーを過熱から確実に保護することができ、装置の大型化を回避しつつ、高信頼性を確保することができるという実用上優れた効果が得られる。しかも、電流値の制限は、上述した複数の既定値 $K1 \sim K3$ や電流制限値 $A \sim C$ の値によって、各リレーの温度に応じて段階的に実行される。このため、例えば、各リレーの高温状態の程度が、それ程緊急性を有しないような比較的低いレベルのときには、電流を制限する度合いを少なくして、なるべく大きな操舵補助トルクを確保するといった柔軟な制御が可能となる。

【0031】なお、以上説明したようなリレーの過熱保護のための電流修正制御と同様の制御処理を、FETSW1～SW4についても実行する構成としてもよい。そうすれば、FETSW1～SW4の過熱も積極的かつ確実に回避できる効果が得られる。なおこの場合には、リレーと同じ温度センサ18cを利用して、FETSW1～SW4の温度推定が可能である。

【0032】次に、制御回路13の制御内容の他の形態例（第2形態例）について説明する。なお、この第2形態例は、電流修正制御のための処理の一部に特徴を有し、他の処理内容は第1形態例と同様であるので、第1形態例と同様の内容については同符号を付して重複する説明を省略する。本形態例での制御回路13は、電流修正制御のための前述したサブルーチンの処理として、図4のフローチャートに示した処理を行う。ここで特徴的なのは、前述のステップS2～S8の代わりに設けられたステップS11である。このステップS11では、図4(b)の如く予め設定された最大電流決定用のデータテーブル（或いは、関数）に基づいて、リレーの温度推定値 $T_r$ を連続的に評価して電流制限値 $I_{max}$ を決定する。このような処理内容であると、前述した第1形態例の効果に加えて、以下のような特長が得られる。すなわち、リレーの高温状態の程度に応じたきめの細かい電流制限が可能となり、なるべく必要最小限の電流制限でリレーの過熱を確実に回避し、できる限りの操舵補助ト

ルクを発生させることが、より緻密に可能となる。

【0033】なお、本発明は上記形態例の態様に限られず、各種の態様があり得ることはいうまでもない。例えば、本発明の電流修正制御は、上述したように電流を制限する制御処理（電流の最大値を下方修正するもの）に限られず、リレーの温度（検出値又は推定値）が既定値を越えると、操舵トルク等に応じて決定された目標電流値から、例えばリレーの高温レベルに応じた所定割合分を差し引いて目標電流値を減少させるような制御としてもよい。また、上述した形態例のように、複数箇所にリレーがある場合であって、一方のリレーの過熱が自然放熱のみによって防止できるような場合には、他方のリレーのみについて、本発明の電流修正制御を実行するようにしてもよい。また、複数箇所にリレーがある場合には、それぞれのリレーについて、別個の電流修正制御を実行してもよい。また、上記形態例の温度センサ18cは、FETの温度監視用にも兼用されているが、リレー専用の温度センサを設けてもよい。また、リレーが複数ある場合に、リレー毎に温度センサを設けてもよい。また、本発明の思想は、上述したような電動パワーステアリング装置に限られず、通電ラインを開閉するリレー（電磁リレー、或いはFET等のスイッチング素子など）を有し、このリレーの過熱が問題となる装置（特に、加えて小型化が要求される装置）であれば、適用可能であり同様の効果を奏することができる。

【0034】

【発明の効果】この発明による通電制御装置では、温度センサの検出温度に基づいてリレーの温度を判定し監視することができる。そして、この監視結果に基づいて、リレーに流れる電流を必要に応じて下方修正する電流修正制御が実行され、リレーの温度が許容温度以下に保持される。このため、過熱によりリレーが劣化又は損傷することが、積極的かつ確実に回避できる。さらにいえば、発熱の源である電流を制限するので、大型な放熱器を設けたり、或いはリレーの容量（サイズ）を大型化することなく、リレーを過熱から確実に保護することができ、装置の大型化を回避しつつ、高信頼性を確保することができる。また、このような通電制御装置を適用した本発明の電動パワーステアリング装置でも、同様に、装置の大型化（この場合、コントロールユニットの大型化）を回避しつつ、高信頼性を確保することができる。この結果、アシストモータの駆動に大電流を流す必要のある普通乗用車などの比較的大型な車両に対しても、リレーが過熱から確実に保護された信頼性の高い電動パワーステアリング装置を実現することができ、しかも、装置のコントロールユニットが車両に搭載するのに適した大きさに構成できるという、市場のニーズに応じた実用上優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】電動パワーステアリング装置の全体構成を示す

図である。

【図2】電磁リレーの内部構成及び周辺構成を示す図である。

【図3】制御回路の処理内容の一例を示すフローチャートである。

【図4】制御回路の処理内容の別例を示すフローチャート等である。

【符号の説明】

11 アシストモータ（負荷）

12 駆動回路

12a Hブリッジ回路

\* 13 制御回路（電流制御手段）

16 トルクセンサ

18a, 18b 電磁リレーA, B（リレー）

18c 温度センサ

22 コントロールユニット

SW1～SW4 FET（スイッチング素子）

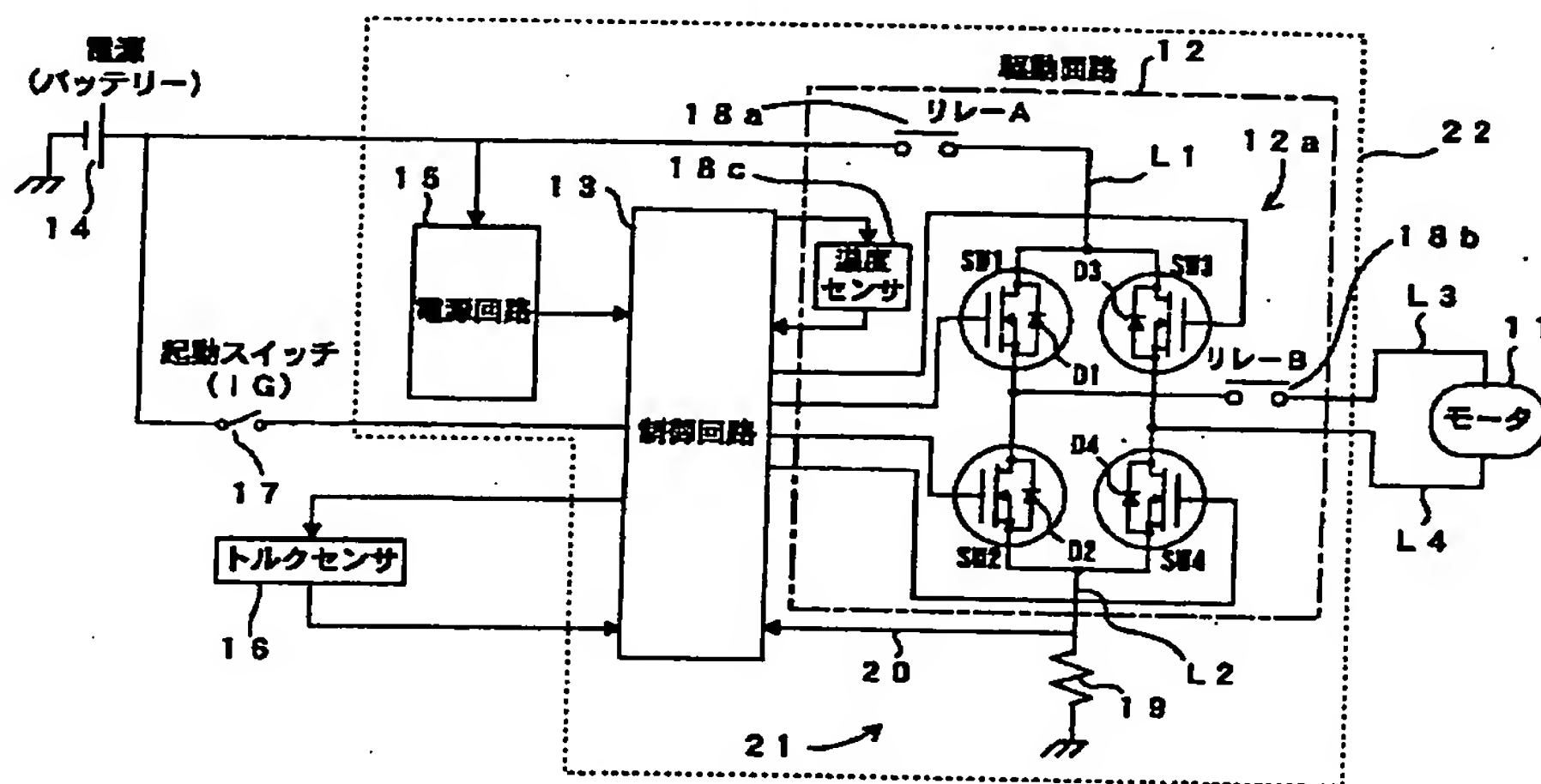
L1, L2 通電ライン（ブリッジ回路と電源間の通電ライン）

L3, L4 通電ライン（ブリッジ回路とモータ間の通電ライン）

10 電ライン）

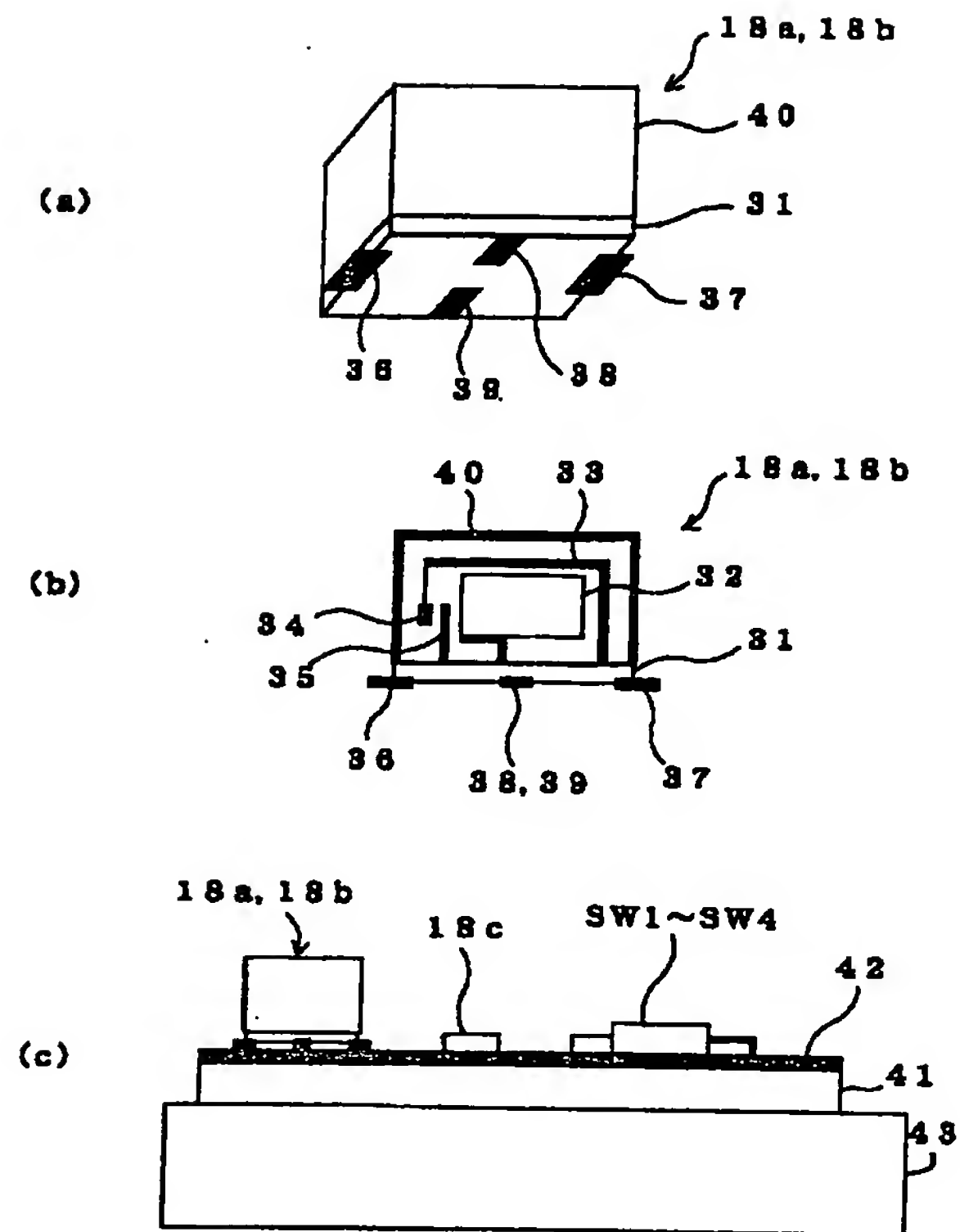
\*

【図1】

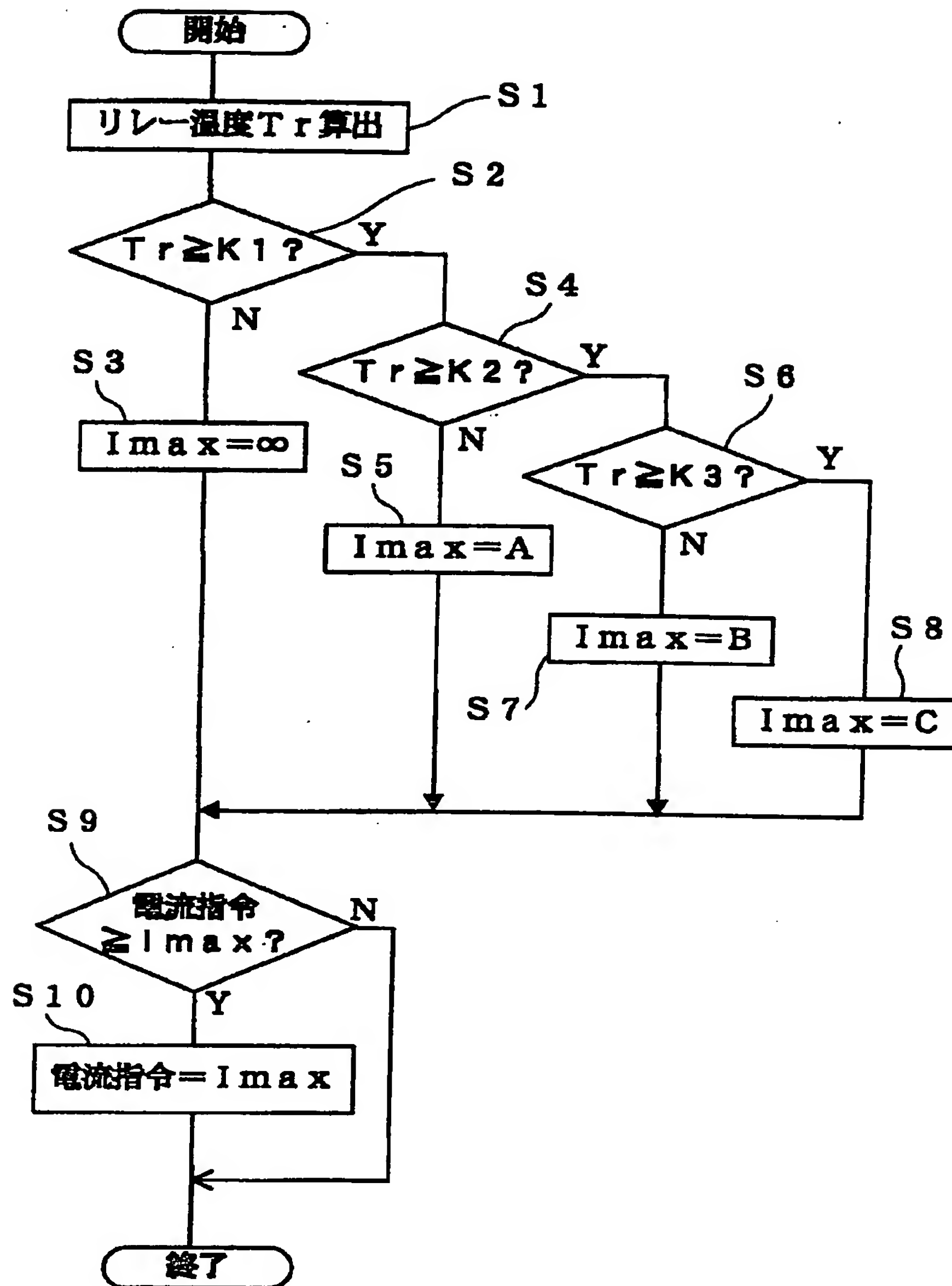




【図2】

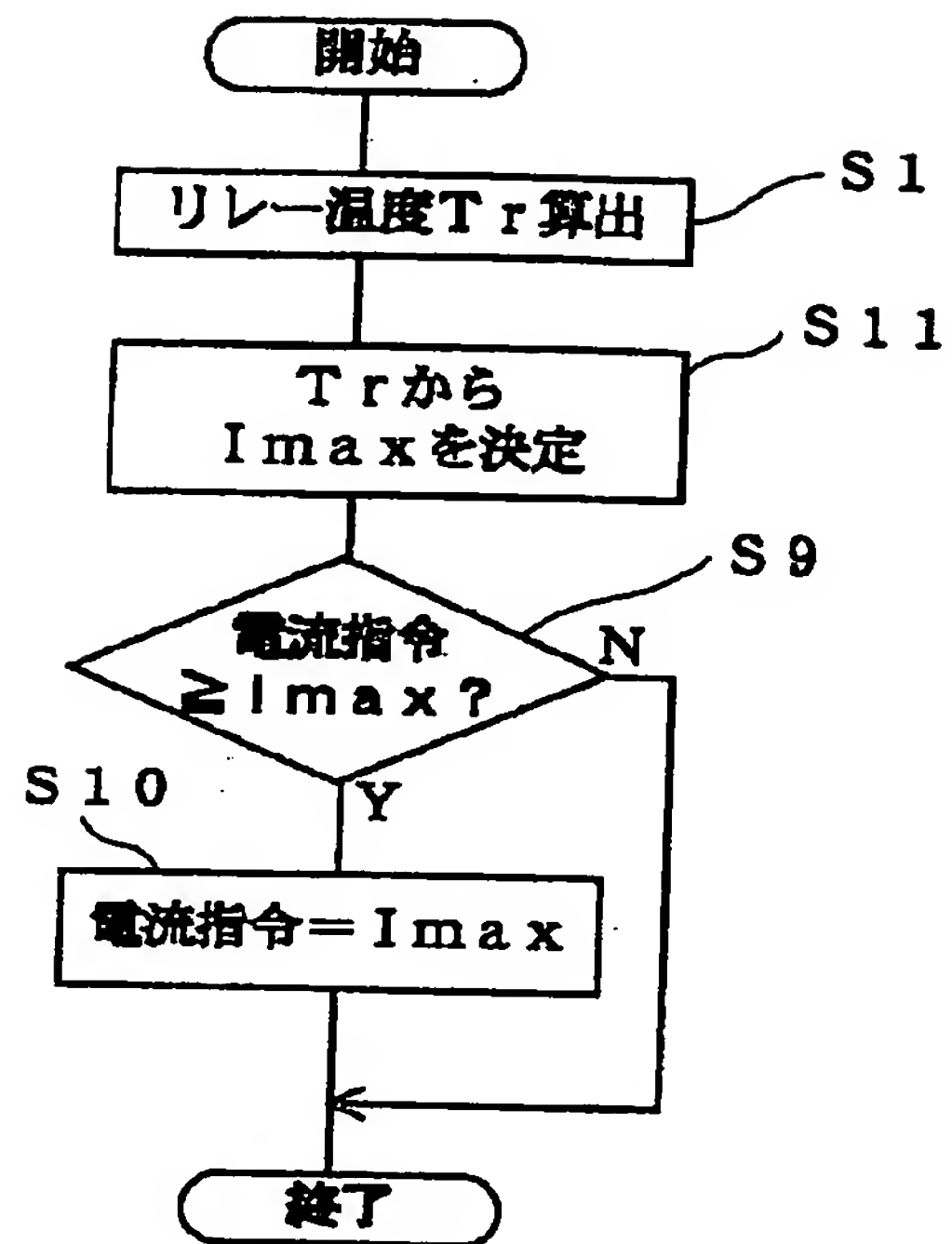


【図3】

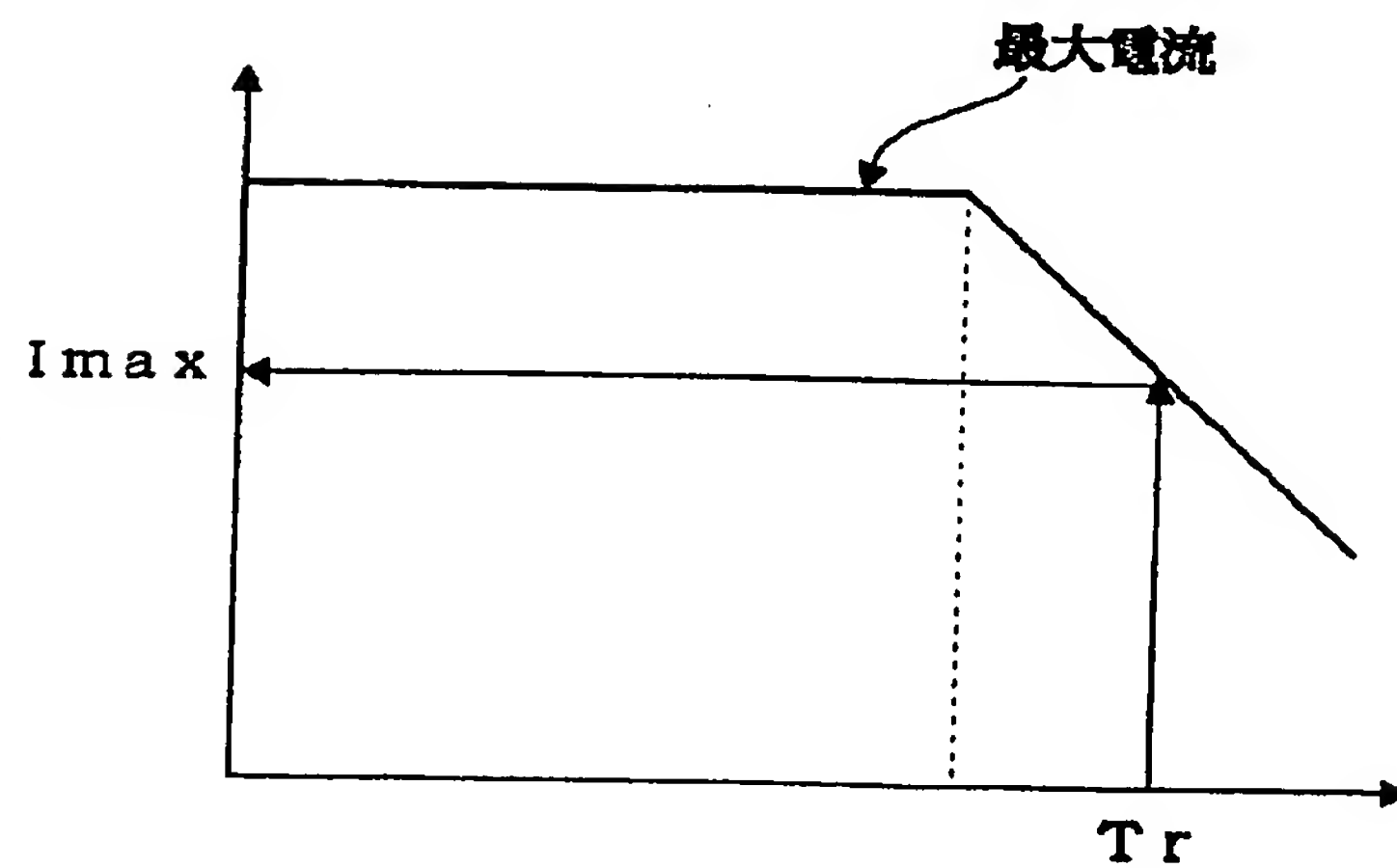


【図4】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 東原 由晃  
 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ  
 ムロン株式会社内



F ターム(参考) 3D032 CC21 CC34 CC48 DA15 DA23  
DA64 DA67 DC33 DE06 DE09  
EA01 EB11 EC23 GG01  
3D033 CA03 CA16 CA20 CA21 CA27  
CA31